

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Diseño de infraestructura vial del circuito turístico lago Pomacochas,
distrito de Florida, provincia de Bongará, departamento Amazonas, 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Nilser Enrique Valle Hernandez

ASESOR

Manuel Alejandro Borja Suarez

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

Chiclayo, 2024

**Diseño de infraestructura vial del circuito turístico lago
Pomacochas, distrito de Florida, provincia de Bongará,
departamento Amazonas, 2021**

PRESENTADA POR
Nilser Enrique Valle Hernandez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza
PRESIDENTE

Angel Alberto Lorren Palomino
SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez
VOCAL

INFORME TESIS II

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

Índice

RESUMEN	14
Abstract	15
INTRODUCCIÓN	16
REVISIÓN DE LA LITERATURA	20
Antecedentes	20
Bases teóricas	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
El procesamiento para análisis de datos se divide en cuatro fases.....	24
ESTUDIO DE TRÁFICO	24
Conteo del flujo de tráfico	25
Estaciones de conteo	26
ESTUDIO DE RUTAS	27
ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	28
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	28
Ensayos De Laboratorio	29
ESTUDIO DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y BOTADEROS	29
Estudio de canteras.....	29
Cangrejal.....	30
Estudio de Fuentes de suministro de Agua	31
DISEÑO GEOMÉTRICO	32
Velocidad de diseño	33
Distancia de visibilidad.....	33
Diseño de alineamiento Horizontal.....	33
Diseño de la rasante.....	34
Diseño geométrico de la sección transversal	34

DISEÑO DEL AFIRMADO	34
SUBRASANTE.....	35
TRATAMIENTO DE SUBRASANTE.....	35
Cálculo del Factor Equivalente de Carga para el Camión C2	35
Espesor del afirmado – Método AASHTO.....	36
ESTUDIO HIDROLÓGICO	36
ESTUDIO DE HIDRÁULICA Y SISTEMA DE DRENAJE	37
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	38
Marco legal – Normativa General	39
Linea Base Ambiental.....	39
Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	39
Matriz de Leopold	40
Mitigación de Impactos Ambientales.....	40
Plan de Acción Preventivo - Correctivo	40
Plan de Monitorio Ambiental	40
Plan de Contingencias	40
Programa de Participación Ciudadana	40
Programa de Abandono y Cierre	41
ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN	41
Objetivo del estudio de señalización:.....	41
Tipos de señales:.....	41
METRADOS.....	42
COSTO DEL PROYECTO.....	42
Presupuesto:.....	43
Costo Directo:	43
Aporte unitario de materiales:	43
Costo de la mano de obra:.....	44
Flete terrestre:	44
Análisis de precios unitarios:	44
Costos Indirectos:.....	44

Impuesto general a la venta (IGV):	45
Fórmula polinómica:.....	45
Programación de obra:.....	45
RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
ESTUDIO DE TRÁFICO	46
Registro y tabulación de datos	46
Factor de Ajuste Estacional	48
Cálculo del Índice Medio Diaria Anual.....	49
Tasas de Crecimiento para las Proyecciones	50
Proyección del Tráfico sin intervención del proyecto	51
Proyección del Tráfico Generado por el proyecto.....	52
ESTUDIO DE RUTA	53
Evaluación de la viabilidad económica	54
Evaluación Económica.....	55
Evaluación de la viabilidad ambiental	56
Elección de la mejor ruta	57
Elención de la ruta.....	58
ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	59
Proceso de levantamiento topográfico	59
Trabajo de gabinete	59
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	60
ESTUDIO DE CANTERAS, SUMINISTRO DE AGUA Y BOTADEROS	63
Estudio de Canteras	63
Estudio de Suministro de Agua	63
Estudio de Botaderos	64
DISEÑO GEOMÉTRICO	64
Clasificación de la Carretera.....	64
Clasificación por demanda	64
Clasificación por orografía.....	64
Diseño del Alineamiento Horizontal.....	65

Velocidad de Diseño	65
Radio mínimo de las curvas horizontales	65
Tramos en Tangente.....	66
Curvas Circulares	67
Transición de Peralte	68
Sobreechancho	68
Curvas de transición en espiral.....	69
Diseño Geométrico de la subrasante	71
Pendiente	71
Curvas Verticales	72
Diseño Geométrico de la Sección Transversal.....	73
Ancho de Calzada	73
Bermas	74
Bombeo.....	74
Ensanche de Plataforma.....	74
Taludes de corte y relleno	74
DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	75
Espesor del Pavimento.....	76
Estabilización de la Base Granular.....	77
ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICA Y DRENAJE	78
Precipitación	78
Análisis estadístico	80
Resumen de análisis de distribución.....	80
Calculo de intensidad de precipitación	80
Ubicación de Subcuencas.....	81
Diseño hidráulico de alcantarillas	84
Diseño hidráulico de cunetas	86
SEÑALIZACIÓN	87
Evaluación de impacto ambiental	88
Linea base ambiental	88
Área de influencia Directa	88
Área de influencia Indirecta.....	89

Línea base Física.....	89
Clima.....	89
Ruido	90
Sismo	90
Medio Biológico	90
Flora	90
Fauna.....	91
Medio Socioeconómico.....	91
Agricultura	91
Ganadería	91
Producción de lacteos	91
Turismo	92
Evaluación e identificación de efectos ambientales.....	92
Fase de construcción	92
Etapa de mantenimiento vial	92
Plan de manejo ambiental	93
Participación ciudadana	94
Matriz de leopold	94
Metrados.....	94
Coste del proyecto.....	94
Presupuesto	94
Formula polinómica	94
Relación de insumos	94
Programación de obra	94
Conclusiones	95
Recomendaciones.....	97
REFERENCIAS	98
ANEXOS.....	100

Lista de figuras

FIGURA 3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	25
FIGURA 3.2. ESTACIONES DE CONTEO	26
FIGURA 3.3.CANTERA CANGREJAL	30
FIGURA 4.1.E-1 Anexo Porvenir y E-2 Puerto Principal	46
FIGURA 4.2.Tasa de crecimiento del Departamento	51
FIGURA 4.3.RUTAS PROPUESTAS	53
FIGURA 4.4.ZONAS PANTANOSAS	54
FIGURA 4.5.Lectura de datos con estación total.....	59
FIGURA 4.6.Muestras para el inicio de pruebas de laboratorio	60
FIGURA 4.7.Muestreo del Material	61
FIGURA 4.8.PROCTOR.....	61
FIGURA 4.9.Quebrada Congona	64
FIGURA 4.10.Señalización lateral.....	87
FIGURA 4.11.Señalización reguladoras y ambientales	88
FIGURA 4.12.Influencia directa.....	89
FIGURA 4.13.Flora y fauna del proyecto.....	90

Lista de cuadros

CUADRO 3.1.Localización de suministro de Agua	32
CUADRO 3.2.Marco Legal	39
CUADRO 4.1.Días de recopilación de datos de Tráfico	46
CUADRO 4.2.Registro de Datos E-1.....	47
CUADRO 4.3.Registros de datos E-2.....	47
CUADRO 4.4.Factores de corrección estacional promedio	48
CUADRO 4.5.Cálculo del IMDA E-1	49
CUADRO 4.6.Tráfico actual E-1	49
CUADRO 4.7.Cálculo del IMDA E-2	50
CUADRO 4.8.Tráfico actual E-2.....	50
CUADRO 4.9.Proyección de tráfico – sin intervención del proyecto E-1.....	51
CUADRO 4.10.Proyección de tráfico – sin intervención proyecto E-2	51
CUADRO 4.11.Proyección de tráfico – intervención del proyecto E-1	52
CUADRO 4.12.Proyección de tráfico – intervención del proyecto E-2	52
CUADRO 4.13.Evaluación Técnica	54
CUADRO 4.14.Evaluación Económica R-01	55
CUADRO 4.15.Evaluación Económica R-02	55
CUADRO 4.16.EXCEDENTE DE PRODUCTO.....	56
CUADRO 4.17.BENEFICIOS Y RENTABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS	56
CUADRO 4.18.valuación de la viabilidad ambiental	57
CUADRO 4.19.Criterios de elección.....	58
CUADRO 4.20.Coordenadas de Calicatas.....	60
CUADRO 4.21.Resumen de pruebas efectuadas	62
CUADRO 4.22.Coordenadas del C.B.R.	62
CUADRO 4.23.Resumen para CBR	62
CUADRO 4.24.Categoría de Subrasante	63

CUADRO 4.25.Velocidad de diseño por demanda y orografía.....	65
CUADRO 4.26.Prescindir del diseño de curvas espirales	70
CUADRO 4.27.Prescindir del diseño de curvas espirales	70
CUADRO 4.28.Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T-1.....	77
CUADRO 4.29.Precipitación máxima en 24 horas (mm) estación Magunchal.....	79
CUADRO 4.30.Coeficiente de escorrentía Método Racional.....	82

Lista de tablas

TABLA 4.1.Verificación de Radios mínimos.....	66
TABLA 4.2.Longitud y verificación de tramos en tangente.....	67
TABLA 4.3.Diseño de curvas.....	68
TABLA 4.4.Diseño de Peralte, sobreebanco.....	69
TABLA 4.5.Verificación de curvas espirales.....	71
TABLA 4.6.Verificación de pendientes.....	72
TABLA 4.7.Verificación longitud mínima de curvas verticales.....	73
TABLA 4.8.Resumen de información recopilada.....	75
TABLA 4.9.Cálculo del ESAL.....	75
TABLA 4.10.Resumen de C.B.R.....	75
TABLA 4.11.Cálculo del espesor.....	76
TABLA 4.12.Resumen de resultado según la categorización de distribución.....	80
TABLA 4.13.Subcuencas del proyecto situadas a lo largo de las carreteras.....	81
TABLA 4.14.Cálculo del tiempo de concentración, intensidad máxima y caudal de diseño..	83
TABLA 4.15.Alcantarilla de paso y alivio.....	84
TABLA 4.16.Diseño hidráulico de alcantarillas.....	85
TABLA 4.17.Diseño hidráulico de cunetas.....	86
TABLA 4.18.Tipos de señalización.....	87

Lista de gráficas

GRAFICA 4.1.Número de Veh/día Estación E-1	47
GRAFICA 4.2.Número de Veh/día Estación E-2	48
GRAFICA 4.3.Curvas IDF obtenidas por el método de Gumbel.	81

RESUMEN

El propósito fundamental de este proyecto es establecer una eficaz conexión entre varios complejos turísticos que se encuentran en las cercanías del lago Pomacochas. Esta ambiciosa iniciativa de desarrollo vial abarca una extensión total de 9.331 kilómetros de carretera y aborda un diseño completo que se enfoca en la configuración de la vía en términos de su trazado en planta, perfil y sección transversal. También se contempla el diseño de la superficie de rodadura, que se compondrá de afirmado, además de la construcción de obras de concreto y sistemas de drenaje, todo con la finalidad de garantizar una circulación fluida y segura. Durante la fase constructiva, se realizarán estudios detallados que se han abordado minuciosamente en el desarrollo de la investigación. Es relevante subrayar que el diseño de esta carretera se ajusta rigurosamente a los criterios y normativas de diseño establecidos por las normativas peruanas. En última instancia, este proyecto busca impulsar el crecimiento económico y el bienestar de la comunidad.

Palabras clave: Superficie de rodadura, obras de concreto, sistema de drenaje, afirmado.

Abstract

The fundamental purpose of this project is to establish an efficient connection between several resorts in the vicinity of Lake Pomacochas. This ambitious road development initiative covers a total length of 9.331 kilometres of road and addresses a complete design that focuses on the configuration of the road in terms of its layout, profile and cross-section. It also contemplates the design of the road surface, which will be made up of pavement, as well as the construction of concrete works and drainage systems, all with the aim of guaranteeing smooth and safe traffic flow. During the construction phase, detailed studies will be carried out, which have been thoroughly addressed in the development of the research. It is important to underline that the design of this road strictly conforms to the design criteria and regulations established by Peruvian standards. Ultimately, this project seeks to promote economic growth and the well-being of the community.

Keywords: Road surface, concrete works, drainage system, pavement.

INTRODUCCIÓN

La importancia de poder utilizar las carreteras se debe a la facilidad de transporte de pasajeros y mercancía. Como actualmente es el medio más utilizado en el mundo, esto realmente impulsa la economía en los negocios. En América del Sur el transporte por carreteras es el 80% para pasajeros y el 60% para carga, teniendo en cuenta que un país gasta entre 5% a 20% del presupuesto del país, esto en comparación con otros activos, las carreteras son una actividad y un recurso para mejorar la economía en el mundo, ya que crea una serie de oportunidades laborales [1].

En Perú, la infraestructura vial está rezagada con respecto a los países de la región y los países de la OCDE; según el estudio de 2019, nuestro país ocupa el puesto 85 en calidad de infraestructura, 96 en índice de conectividad vial y 108 en calidad de carreteras, estudio que se llevó a cabo para los 137 países [2].

El departamento de Amazonas y la Provincia de Bongará carecen de conectividad vial, por lo que trasladarse de un punto a otro es sumamente molesto para muchas personas y se desperdicia tiempo innecesario. Por lo tanto, las poblaciones que presentan inconvenientes en las conexiones viales carecen de recursos económicos; descuidan el comercio y los servicios limitados. Al hacer de estos proyectos de conectividad vial sinónimo de desarrollo comunitario, beneficiara en gran magnitud a la población, ya que muchos proyectos viales quieren responder a esta necesidad.

Respecto al distrito de Florida pertenece a la prov. de Bongará, Dpto. de Amazonas, limitad por el sur con Cuispe y Shipasbamba; al este con Jumbilla y Corosha; al norte con Yambrasbamba y; al oeste con la Prov. de Utcubamba. Tiene una superficie de alrededor de 222,40 km², una altitud de 2250 m.s.n.m. y una población de más de 8582 habitantes; la capital es el pueblo de Pomacochas. Las actividades económicas predominantes son la ganadería, agricultura y turismo. El distrito Florida tiene un valor porcentual de 2, lo que significa que se encuentra en la denominada categoría de POBREZA, con una tasa de 58.8% (pobre) y el 21.7% (pobreza extrema) según el mapa de pobreza FONCODES.

El distrito de Florida cuenta con una variedad de atractivos turísticos, los cuales son una fuente principal de recursos económicos, no solo para la municipalidad, sino también para la población en general, ya que algunos de ellos trabajan con la venta de los diferentes potajes propios de la localidad y también de la producción de artesanía.

Respecto a los atractivos turísticos del distrito de florida se encuentra el Centro Recreacional Lago Pomacochas (Puerto Principal), Mirador Turístico de Pomacochas, Puerto Levanto y

Puerto CANOAS. Si bien existen modos de acceder a dichos lugares, el acceso es difícil y muchas veces, desalentador para aquellos que desean realizar un tour de la manera más confortable y segura.

La falta de una infraestructura vial conlleva a un lento crecimiento en los diferentes ámbitos, específicamente en el sector económico, ya que, en el caso del Lago de Pomacochas, el puerto CANOAS y Levanto, solo existen dos formas de poder llegar, que son a través de los botes y caminando; sin embargo, la desventaja de ello, es que los botes realizan un solo circuito, debido a que, la función principal es un paseo turístico, por lo cual, no existe una conexión directa con los otros puertos, que facilite al visitador conocer un poco más sobre los demás lugares.

En cuanto al sector ganadero, el distrito de Florida es una zona de alta producción ganadera, y también especializada en la elaboración de lácteos y derivados de esta, de manera que, el 30% del ganado vacuno se vende en la plaza pecuaria, y el 70% se destina a la producción de lácteos, el cual genera mayor ingreso económico a la población, debido a que los productos no solo son consumidos por las mismas personas de la localidad, sino que son trasladados para el consumo en otros lugares, por lo tanto, es la actividad principal a la que se dedican los pobladores, sin embargo, al no contar con una trocha carrozable les resulta difícil transportar sus productos a mercados de mayor demanda económica.

Por último, tenemos el ámbito agrícola, donde la zona de estudio origina diversos productos tales como: la papa, maíz, habas, arvejas, olluco y verduras (lechuga, repollo, robano, entre otros), los cuales se utilizan para el autoconsumo y su comercialización; pero el problema se basa en los altos costos de traslado de dichos productos, como el alquiler de animales o acémilas, que resulta una pérdida entre 10% a 15% de las ventas, que influyen en la baja calidad de vida de la población.

Al no contar con una trocha carrozable genera pérdidas económicas no solo en el turismo sino también en los ámbitos ya mencionados, puesto que, impide el transporte adecuado de los productos y también la demora de tiempo al poder llegar a los sitios turísticos. Por ello, el objetivo principal es el diseño de la infraestructura vial del circuito turístico lago Pomacochas, con el fin de conectar los centros turísticos que se ubican alrededor del lago, por ende, la población se verá beneficiada en los diferentes sectores.

Esta investigación aplicada de diseño de la infraestructura vial del circuito turístico lago Pomacochas, se realizará considerando las normas vigentes del manual de carreteras (MTC) y la contribución del autor e ingenieros profesionales y especializados, donde se elaborará el diseño geométrico, el mejoramiento de la superficie de rodadura, las obras de arte y drenaje. Asimismo, se realizará el presupuesto correspondiente.

Este proyecto, de diseño de infraestructura vial, va a permitir fluidez y conexión directa a los sitios turísticos, que generará beneficios como la estimulación de la economía y el turismo, debido que localidad es una zona ganadera, agrícola y turística, teniendo en cuenta la incidencia en los ingresos de los pobladores, asimismo se reducirá el tiempo de viaje a los centros turísticos y acceso a sus terrenos productivos que se encuentran alrededor del lago Pomacochas, permitiendo tener un viaje seguro y confortable.

Según el último censo del INEI, las tasas de pobreza son altas en el distrito de Florida; con el proyecto se mejorará la condición de vida, no solo en términos económico, sino también en el bienestar social, ya que esta investigación va a generar oportunidades económicas mediante comercio y turismo fluido.

Las áreas afectadas del proyecto son zonas ganaderas y productivas, por consiguiente, se evaluará las alternativas de ruta más adecuadas que puedan reducir las perturbaciones ambientales, no obstante, la mayoría de ellas se ubican dentro del 85% de áreas libres (despejados), por lo tanto, se realizará una EIA de manera que se pueda identificar y reducir los efectos que se presenten, con el fin de equilibrar el ecosistema permitiendo el desarrollo de la localidad.

Este proyecto va a generar la creación de un nuevo circuito turístico, el cual traerá una rentabilidad económica a los usuarios y habitantes cercanos a la infraestructura vial, ya que habrá conexión a todos los puertos que se encuentran alrededor del lago, habrá incremento comercial (artesanía), turismo (agencias de turismo), nuevos puestos de trabajo (servicio de mototaxi, autos, etc.), inversión privada (creación de centros turísticos, hoteles y restaurantes turísticos), ya que actualmente los turistas solo pueden disfrutar del paseo en botes artesanales los mismos que no tienen conexión directa con los otros muelles.

Este proyecto ayudaría a tener conexión con todos los sitios turísticos, logrando con ello la posibilidad de conocer los centros turísticos en un solo día, disfrutar de días de campo en familia e inclusive la estadía de mayores días en la localidad generando mayores ingresos a la población. Además de ello la población se beneficiaría con el traslado de los productos ganaderos y agrícolas en menos tiempo y más confortable (cuya actividad es la principal en la localidad). Finalmente, todo esto ayudaría en el crecimiento económico de la población y disminución de la pobreza.

El propósito principal de esta investigación es desarrollar el diseño de la infraestructura vial del circuito turístico lago Pomacochas, con el objetivo de mejorar la accesibilidad y fomentar el crecimiento económico y turístico en la región. Para lograrlo, se llevarán a cabo actividades específicas, como la evaluación de rutas y análisis de tráfico, estudios morfológicos detallados,

investigaciones sobre canteras e hidrología, diseño de la superficie de la carretera con consideraciones de seguridad y durabilidad, evaluación del impacto ambiental, elaboración de un plan de señalización y análisis de costos y presupuestos necesarios para el proyecto, garantizando en todo momento la conformidad con las regulaciones y normativas vigentes, así como la mitigación de impactos medioambientales.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

La investigación lo realizó [4], el cual, surge de las necesidades de tránsito y transporte peatonal de más de mil personas, por lo tanto, fue necesario encontrar una solución idónea basada en el análisis técnico y económico para resolver los problemas viales. Por tanto, el objetivo es diseñar la red vial de San Vicente, aplicando las normas técnicas y respetando con la normativa existente sobre el diseño vial urbano, teniendo en cuenta los impactos sociales y económicos, y obteniendo un presupuesto estimado del diseño definitivo. Se concluye que el presupuesto de referencia calculado para implementar el diseño de esta vía es de \$ 818,983.26.

Antecedentes Nacionales

El proyecto fue elaborado por [3], se centró en diseñar una carretera a nivel de afirmado para mejorar la comunicación vial y el transporte de productos en el distrito de Huacachi. Su enfoque se basó en estudios técnicos y la carretera fue diseñada de acuerdo con las normativas locales. Este estudio fue elaborado por [5], se desarrolló en La Libertad, específicamente en los caseríos Quillcaypirca y Adbon, con el objetivo de mejorar la infraestructura vial. Se realizaron estudios de diseño vial y se cumplió con las normativas vigentes del Perú.

El trabajo de investigación en curso corresponde a [6], se centra en construir una ruta turística alrededor del lago sagrado de los incas. La investigación se centró en evaluar las características geotécnicas de la vía y las canteras del circuito turístico.

La tesis fue desarrollada por [7], busca mejorar la infraestructura vial de una ruta turística y evaluar su impacto ambiental. La investigación concluyó que el impacto negativo en el medio ambiente no impondría grandes restricciones en la implementación del proyecto.

El proyecto lo elaboró [8], diseñó más de 11 km de carretera y obras de arte para conectar pueblos que carecían de una trocha carrozable. El proyecto beneficiará directamente a 1376 habitantes.

Antecedentes Locales

Esta tesis de “Diseño De Infraestructura Vial”, fue desarrollado por [1], se enfoca en diseñar una infraestructura para mejorar la conectividad en el contexto local. Esta investigación se basó en la necesidad de una vía de acceso óptima que facilite la transición económica basada en la agricultura, ganadería y turismo. Los estudios proporcionaron datos relevantes, como el tipo de suelo y la pendiente.

Bases teóricas

MANUAL DE CARRETERAS (MTC)

Esta norma vial [9], tiene el propósito de estandarizar condiciones, requerimientos, pautas y procedimientos para las acciones relacionadas con las obras de infraestructura vial, con el fin de igualar las operaciones para lograr los mejores indicadores de calidad constructiva. El supervisor será el responsable de realizar el control de calidad de las obras ya que dispondrá de los elementos técnicos y logísticos que necesite.

El propósito del El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” [10], es ofrecer una regulación actualizada que integre y sistematice procedimientos y técnicas para la planificación de carreteras de acuerdo con las especificaciones de infraestructura y ciertos criterios establecidos. Este manual proporciona la información esencial para una variedad de procesos, incluyendo la elaboración de planos de ingeniería, considerando factores ambientales y la seguridad vial, mientras se asegura el cumplimiento de las normativas técnicas correspondientes.

La sección de suelos y pavimentos [11], tiene como propósito de promover el aparato, con objetivo de proporcionar un conjunto completo de pautas y criterios de ingeniería apropiados para el diseño eficaz de los estratos superiores y superficie de rodadura. Asimismo, permite a los ingenieros aprovechar las nuevas tecnologías respaldadas y validadas por el MTC.

El propósito de esta guía [12] consiste en uniformar los métodos y procesos empleados en la ejecución de pruebas de laboratorio y en campo, así como los materiales utilizados en proyectos de infraestructura vial. Esto se hace con el fin de garantizar la calidad estándar en los análisis relacionados con proyectos de infraestructura vial y las tareas de mantenimiento vial.

Este manual [13] Sintetizando, se deben considerar los aspectos fundamentales que funcionan como directrices y procedimientos para diseñar las instalaciones de drenaje de aguas superficiales y subterráneas en proyectos de infraestructura vial, adaptando estas soluciones a las condiciones específicas de cada sitio

El manual de sostenimiento vial [14], permite a las personas responsables de planificar, evaluar, elaborar y registrar las acciones de mantenimiento vial; el propósito es brindar normas adecuadas para el cometido de las actividades técnicas que se realizan en la vía, incluyendo puentes y otros elementos, para que permanezcan nivel de servicio apropiado.

En esta [15], se establecen los principios y medidas básicos para certificar que se proporcione un ambiente sano, equitativo y oportuno para el desarrollo de la vida. En las circunstancias en las que el desarrollo económico sostenible contribuye y protege el patrimonio

animal y vegetal, como regular y cumplir con las obligaciones relacionadas con la gestión ambiental.

La ley actual [16] sistematiza la gestión y uso de los recursos acuáticos. Incluye aguas superficiales, continentales, subterráneas y bienes relacionados. Dependiendo de la aplicación, se extiende al océano y aguas atmosférica. El objetivo es establecer especificaciones para definir e identificar las áreas de inicio para determinar la implementación y vulnerabilidad de las medidas de seguridad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es de naturaleza descriptiva y aplicada. La investigación descriptiva se enfoca en proporcionar una descripción detallada de las condiciones de la zona de estudio, mientras que la investigación aplicada busca resolver un problema práctico, en este caso, la falta de una carretera, mediante la aplicación de teorías de ingeniería civil.

Métodos

En cuanto a los métodos, se utilizaron la observación y entrevistas para recopilar datos, con el propósito de posteriormente organizarlos en formatos específicos, como el formato de estudio de tráfico, suelos y levantamiento topográfico.

Técnicas

Un ejemplo de técnica específica mencionada es el "estudio de tráfico", que proporciona estadísticas sobre el flujo vehicular en una determinada sección de la carretera, permitiendo determinar la cantidad de vehículos (IMDA) utilizando un formato proporcionado por el MTC.

Otro ejemplo es el estudio topográfico; implica realizar operaciones en el terreno para representar gráficamente un plano topográfico, utilizando las herramientas apropiadas para mostrar la topografía, pendientes, perfiles y secciones transversales del área en cuestión.

Los estudios de mecánica de suelos se concentran en analizar las fuerzas que afectan a una superficie terrestre y se llevan a cabo una variedad de pruebas, que incluyen la medición del porcentaje de humedad para determinar la cantidad de agua en un material bajo condiciones específicas, la granulometría que evalúa la diferencia de tamaños de partículas en el material a través del tamizado, el ensayo CBR que determina la calidad de un suelo mediante pruebas de resistencia aplicando fuerza en una muestra, el ensayo de resistencia a la abrasión que mide el desgaste de materiales debido a impactos o fricción, el ensayo de Proctor Modificado que establece la relación entre el contenido de agua óptimo y la densidad seca de un suelo compactado, y los límites plástico y líquido que definen los contenidos de humedad de un suelo en estados específicos, desde plástico hasta semi-sólido.

El estudio hidrológico comienza con el análisis morfométrico de la cuenca, que implica la delimitación de la cuenca, la medición de su área, longitud, altitud máxima y mínima, y la evaluación de factores como la compacidad, la forma, la curva hipsométrica y la escurrentía, junto con otros datos relevantes para el estudio de la hidrología.

Fuentes

Este proyecto se basa en una variedad de fuentes y herramientas. En cuanto a las fuentes, se ha recurrido a la normativa existente, con un enfoque particular en las pautas proporcionadas por el Manual de Carreteras y las regulaciones del (MTC). En cuanto a las herramientas utilizadas, se han empleado instrumentos topográficos que incluyen libretas de campo, GPS, brújulas, estaciones totales y prismas para estaciones totales. Además, se han utilizado instrumentos de laboratorio de mecánica de suelos, como tamices, moldes de CBR, hornos, máquinas de Los Ángeles, moldes de Proctor y equipos para límites de Atterberg. En el ámbito del software, se han empleado aplicaciones como Civil 3D, Word, Excel, Google Earth, S10 Presupuestos 2005 y MS Project para llevar a cabo el proyecto de infraestructura vial de manera eficiente y precisa.

El procesamiento para análisis de datos se divide en cuatro fases

En la Fase I, se establece la coordinación con las autoridades y se lleva a cabo la inspección de la zona del proyecto para recopilar datos esenciales y revisar la normativa vigente. La Fase II se centra en el estudio de la vía y el tráfico, la realización de estudios topográficos, EMS y la evaluación de canteras disponibles. En la Fase III, se elabora el diseño de la infraestructura vial, se realizan estudios hidrológicos e hidráulicos, y se evalúa el impacto ambiental. Finalmente, en la Fase IV, se completan los metrados, análisis de costos y presupuestos, y se crea un cronograma de ejecución de obras. Este proceso abarca desde la recopilación inicial de datos hasta la planificación detallada del proyecto de infraestructura vial, abordando aspectos técnicos, ambientales y económicos.

ESTUDIO DE TRÁFICO

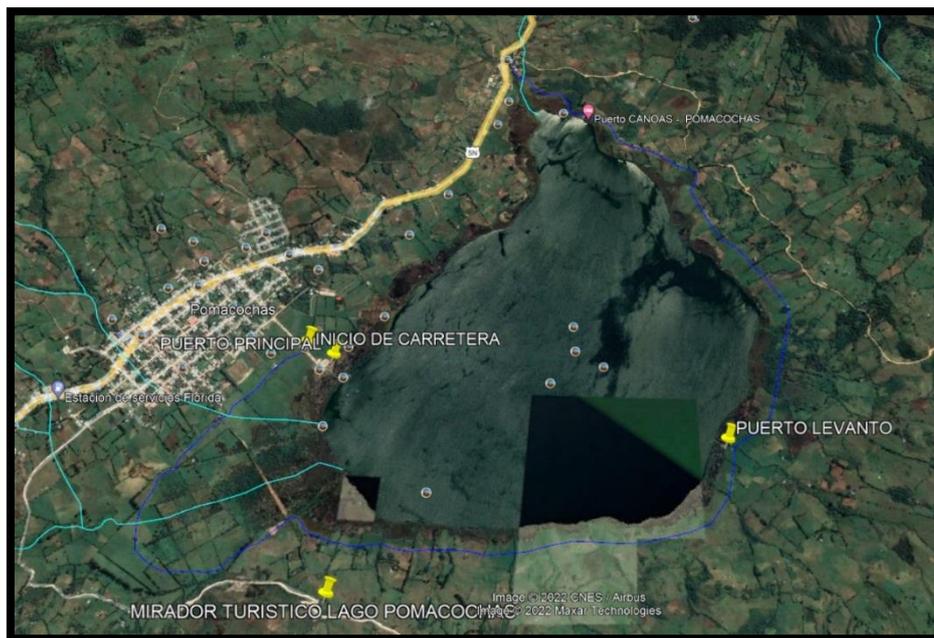
En el proceso de diseñar una vía, la seguridad y la eficiencia del flujo de tráfico son de suma importancia. Estos aspectos dependen en gran medida de la comprensión de

la cantidad de vehículos que transitan por la zona. La combinación de datos de tráfico con un análisis económico ayuda a establecer los parámetros para definir la forma de la carretera y determinar las medidas de control de tráfico necesarias. Además, este enfoque permite evaluar la calidad del servicio de las instalaciones de transporte.

Un estudio de tráfico se lleva a cabo para recopilar información sobre la cantidad, la clasificación y el volumen diario de vehículos que utilizan la carretera. Esto proporciona el IMDA, que es esencial para guiar el diseño de la carretera, clasificarla y planificar mejoras y mantenimiento. Estos datos son también cruciales para la evaluación económica de las posibles soluciones a los problemas identificados en la vía.

En términos de ubicación, este proyecto se centra en el pueblo de Pomacochas, que se encuentra en la prov. de Bongará, ubicada en Amazonas. El objetivo principal es llevar a cabo el diseño de una infraestructura vial turística en la región circundante al lago Pomacochas.

FIGURA 3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Google Earth

Conteo del flujo de tráfico

Los protocolos para el desarrollo de proyectos de ingeniería vial requieren la obligación de medir los niveles de tráfico anticipados, lo que incluye la clasificación de vehículos en estaciones de monitoreo.

En este caso, se llevaron a cabo conteos durante 7 días y las 24 horas del día en una estación para recopilar datos sobre el patrón de tráfico actual y su volumen. Para lograr esto, se establecieron dos estaciones de conteo de vehículos en las dos vías más cercanas a la vía de estudio. La primera (E-1) se encuentra en la carretera Fernando Belaunde Terry en el anexo Porvenir, mientras que la segunda (E-2) marca el punto de inicio de este proyecto en el Puerto Principal del lago Pomacochas, específicamente en Jr. Pescadores.

FIGURA 3.2. ESTACIONES DE CONTEO



Fuente: Google Earth

Estaciones de conteo

Para establecer las estaciones se consideraron los siguientes aspectos:

- Siempre se selecciona un lugar apropiado que permita una captación de información eficiente, incluyendo una visibilidad adecuada para identificar claramente los vehículos.
- Se emplea personal de apoyo durante el levantamiento de datos, ya que los conteos se realizan en ambos sentidos de la vía.

Una vez que se han recopilado la información en el campo, se procede a procesar los datos en un entorno de gabinete. Los resultados de los conteos de tráfico en el terreno se registran en Excel, detallando el número de vehículos contados por hora

y día, junto con su categoría y dirección. El principal producto de estos conteos volumétricos de tráfico es la determinación del IMDA, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IMDa = IMDs * FC$$

$$IMDs = \sum Vi/7$$

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal

IMDa = Índice Medio Diario Anual

Vi = Volumen vehicular diario registrado en cada uno de los días de conteo

FC = Factor de Corrección Estacional

El IMDa es un indicador esencial que se utiliza para evaluar el flujo de tráfico promedio a lo largo del año, lo que resulta fundamental para la planificación y diseño de proyectos de infraestructura vial.

ESTUDIO DE RUTAS

Reconocimiento Topográfico del Terreno

Se inició con una reunión con los pobladores locales para aprovechar su conocimiento detallado del área de estudio. Luego, se realizaron recorridos por los puntos de acceso obligatorios de la carretera con el propósito de realizar levantamientos topográficos y considerar opciones de diseño vial. Durante estos recorridos, se inspeccionaron áreas de interés, como zonas turísticas, agrícolas y ganaderas, donde se identificó la producción de cultivos como el choclo y la papa.

Con base en la información recopilada durante el reconocimiento directo del terreno, se procedió a clasificar el tipo de carretera, lo que permitió establecer los parámetros de máximas pendientes y velocidades de diseño. Para esta clasificación, se tomó como referencia el DG-2018.

Siguiendo las tablas de referencia del manual y considerando que el terreno presentaba características onduladas. En consecuencia, la velocidad de diseño para este proyecto se estableció en 30 km/h.

En cuanto a la pendiente más adecuada para el trazado de la ruta, se consideró que esta debería encontrarse dentro de un rango de pendientes que permitieran una disminución máxima del 1% y un aumento mínimo del 1%. Sin embargo, en este

caso, se optó por no utilizar valores de pendientes máximas y mínimas específicas, y se siguió la recomendación del DG-2018, que establece una pendiente máxima del 8%.

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La topografía es una disciplina que busca representar gráficamente la superficie terrestre, incluyendo sus características naturales y las construcciones artificiales. Un levantamiento topográfico tiene como objetivo mapear los distintos niveles o altitudes de objetos en la superficie terrestre y representarlos de manera plana, empleando líneas de contorno y distancias horizontales. Esto se aplica a elementos como carreteras y otras estructuras para proporcionar información detallada y facilitar la interpretación de planos por parte de ingenieros y profesionales afines.

En el diseño de carreteras, se recomienda utilizar planos de planta horizontales con escalas que suelen variar entre 1:500 y 1:1000 en áreas urbanas, y 1:1000 a 1:2000 en zonas rurales. Estas escalas permiten representar con precisión la configuración de la vía y sus alrededores, lo que resulta fundamental en el proceso de diseño y planificación de proyectos viales.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El estudio de mecánica de suelos se enfoca en comprender y definir las propiedades del suelo, un aspecto fundamental en la selección de métodos apropiados para el diseño de carreteras. El proceso de investigación comenzó con la recopilación de muestras de suelo en la zona de interés, tomando un total de 10 calicatas ubicadas aproximadamente a 1 kilómetro de distancia entre sí. Posteriormente, se llevaron a cabo evaluaciones continuas de las propiedades de los materiales críticos para el proyecto, realizadas en un entorno de laboratorio.

Toda la información y los conocimientos obtenidos durante este proceso se utilizaron para determinar los parámetros esenciales en la planificación de la carretera, incluyendo datos sobre la naturaleza y características del suelo que influirán en la construcción y el desempeño de la vía. Esto desempeña un papel crucial en la planificación y ejecución de proyectos viales.

Las actividades realizadas abarcaron distintos aspectos, incluyendo trabajo de campo, actividades de laboratorio y análisis detallados. El propósito principal era

identificar y definir las propiedades físicas y mecánicas de la infraestructura que servirá de soporte a los pavimentos y al terreno natural. Para ello, se llevaron a cabo ensayos destructivos, como calicatas y toma de muestras, con el fin de determinar los componentes de la superficie de rodadura y los materiales de la subrasante. Dado que la carretera fue clasificada como una trocha carrozable, con un IMDA de menos de 200 vehículos por día, se planificaron las calicatas a una profundidad de 1.5 metros, con una calicata por kilómetro de carretera.

El trabajo de campo tenía como objetivo principal obtener datos esenciales para identificar las características físicas y mecánicas del terreno mediante una exploración directa a través de las calicatas. Además, se recolectaron muestras de suelo de cada calicata para realizar ensayos de C.B.R., un aspecto crucial en el diseño de la estructura de la capa de rodadura. Para asegurar la representatividad de las muestras, se describieron los estratos en cada calicata junto con su profundidad, y se registraron las coordenadas GPS de cada muestra.

Ensayos De Laboratorio

En las instalaciones de la Usat, se llevaron a cabo análisis de laboratorio que englobaron diversas pruebas. Entre ellas, se realizaron pruebas de granulometría para determinar cómo se distribuyen las partículas en el suelo, ensayos de límites de Atterberg para identificar los puntos en los que el suelo cambia de consistencia, y ensayos de C.B.R. para evaluar la resistencia del suelo. Además, se llevó a cabo una prueba de Proctor Modificado para establecer la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo compactado. Estos análisis físicos y mecánicos son esenciales para obtener una comprensión precisa de las propiedades del suelo y clasificarlo de manera adecuada, lo que, a su vez, es fundamental en el diseño y construcción de una infraestructura vial segura y duradera.

ESTUDIO DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y BOTADEROS

Estudio de canteras

El estudio de canteras tiene como objetivo principal conseguir la información necesaria para diseñar las estructuras de pavimento a nivel de afirmado en la construcción de carreteras. En este proceso, se seleccionan únicamente los materiales que cumplan con las especificaciones técnicas generales para la construcción de

carreteras y que se puedan demostrar como apropiados tanto en términos de calidad como de cantidad.

Los trabajos de campo se enfocan en la exploración del subsuelo, mediante la toma de muestras de las canteras cercanas al proyecto. Un ejemplo de una de estas canteras es "Cangrejal", que se describe de la siguiente manera:

Cangrejal

Ubicación: Su ubicación esta cerca del centro poblado de Cangrejal, a 7 kilómetros desde el anexo Porvenir, con un tiempo de recorrido de aproximadamente 15 minutos.

Material: La cantera de Cangrejal consta de áreas de material a cielo abierto y se extraen materiales como arena y afirmado.

Accesibilidad: El acceso a la cantera es directo, que es la carretera de Cangrejal, ya que se encuentra en las inmediaciones de la carretera.

Potencia: Los materiales en esta cantera se ubican en un área de explotación con una potencia estimada de 50,000 metros cúbicos, de los cuales se explota aproximadamente el 80%.

Evaluación: Se ha verificado que esta cantera cumple con los requisitos técnicos especificados en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC. Además, se menciona que esta cantera tiene una historia vinculada a las obras de la zona.

FIGURA 3.3. CANTERA CANGREJAL



Fuente: Propia

El estudio de canteras es esencial para asegurar que los materiales utilizados en la construcción de la carretera cumplan con los estándares de calidad y cantidad requeridos, lo que garantiza la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial.

Prueba de Laboratorio en muestras de canteras

Los ensayos de laboratorio en las muestras de materiales de las canteras seleccionadas se realizan con el propósito de establecer sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, siguiendo las recomendaciones del ASTM. Estos ensayos se llevan a cabo de acuerdo con las normativas técnicas peruanas y el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC. A continuación, se detallan los ensayos estándar y especiales realizados:

Ensayos Estándar:

- Límite Plástico (NTP 339.129)
- Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200 (NTP 400.018)
- Análisis granulométrico por tamizado (NTP 339.128)
- Clasificación AASHTO
- Clasificación SUCS

Ensayos Especiales:

- Humedad Natural (NTP 339.127)
- Ensayo de California Bearing Ratio (NTP 339.145)
- Proctor Modificado (NTP 339.142)

Estos ensayos proporcionan una comprensión detallada de las propiedades de los materiales de cantera y son esenciales para garantizar que cumplan con los estándares necesarios para la construcción de la vía.

Estudio de Fuentes de suministro de Agua

El objetivo de este estudio es identificar puntos de abastecimiento de agua que cuenten con certificaciones de calidad y cumplan con los estándares necesarios para satisfacer las demandas de los diferentes trabajos recomendados en el proyecto. Estas fuentes de agua se encuentran cercanas a la zona del proyecto y representan los principales puntos de suministro de agua con un flujo constante a lo largo de todo el año. Como ejemplo, mencionamos la quebrada Congona, situada a unos 0.9 kilómetros desde el comienzo del proyecto, en el centro poblado de Pomacochas. Se llevó a cabo

un análisis del agua de esta fuente, incluyendo la toma de muestras y ensayos químicos, con el propósito de identificar la posible presencia de sustancias dañinas, como ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otros componentes que pudieran tener un efecto negativo en los materiales utilizados en la construcción del pavimento y las estructuras hidráulicas.

Los ensayos químicos específicos realizados en las muestras de agua se llevaron a cabo de acuerdo con las NTP aplicables. La norma NTP 339.177:2002 se utiliza para cuantificar la cantidad de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas, lo que es esencial para evaluar la calidad del agua y determinar su idoneidad para su uso en la construcción. Por otro lado, la norma NTP 339.178:2003 se emplea para determinar la cantidad de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas, lo que resulta relevante para evaluar la calidad del agua en términos de su contenido de cloruro.

Estos ensayos químicos desempeñan un papel crítico al garantizar que el agua empleada en el proyecto cumple con los estándares de calidad exigidos y que no tendrá un impacto adverso en los materiales utilizados en el pavimento y las obras hidráulicas. La selección de fuentes de agua adecuadas y la realización de pruebas químicas precisas son esenciales para el éxito y la durabilidad del proyecto de infraestructura vial.

CUADRO 3.1. Localización de suministro de Agua

QUEBRADA	
NOMBRE	UBICACIÓN
CONGONA	171214.145 E 9354543.246 S

Fuente: Propia

DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño de la carretera se realizó de acuerdo con los protocolos y procedimientos estándar para este tipo de proyectos, tomando en cuenta las sugerencias de especialistas en Suelos y Pavimentos, Geotécnica y Geología, así como Hidrología y Drenaje. El estudio abarcó diversos elementos fundamentales.

El diseño geométrico es fundamental para determinar las dimensiones y características de la vía, garantizando la seguridad de los pobladores y el correcto funcionamiento de la vía. Además, se tuvieron en cuenta factores como la topografía del terreno, la visibilidad, y las condiciones hidrológicas para lograr un diseño integral y eficaz.

Velocidad de diseño

Se tuvieron en cuenta velocidades previstas de 30 km/h a lo largo de la infraestructura, dependiendo de las condiciones del terreno y la topografía. Estos valores se obtuvieron de acuerdo con la clasificación de la carretera y la demanda de tráfico.

Distancia de visibilidad

Se determinó en tres contextos diferentes: para adelantar vehículos que viajan a baja velocidad, para detener el vehículo y para cruzar o ingresar a carreteras más grandes. Estas distancias son fundamentales para garantizar la seguridad en la vía.

Diseño de alineamiento Horizontal

- En el alineamiento horizontal se consideraron curvas horizontales circulares simples. Se evitó el uso de curvas con radios mínimos, procurando utilizar curvas de radio amplio, especialmente en tramos de topografía accidentada.
- Se implementaron curvas de transición para suavizar el cambio en la trayectoria de los vehículos al entrar o salir de curvas horizontales.
- Se incluyeron tramos de transición de peralte para ajustar gradualmente la pendiente de la carretera en la zona de tangente y en la zona peraltada de la curva.
- Se agregó sobreebanco en la sección transversal para permitir a los vehículos maniobrar sin problemas en tramos curvos, dada la mayor trayectoria que requieren en estos tramos.

Diseño de curvas espirales

- **Selección del Radio Mínimo:** Se determina considerando la velocidad de diseño y otros factores. Un radio más amplio permite a los vehículos mantener velocidades más altas mientras se desplazan a través de la curva.
- **Longitud de la Curva Espiral:** Es fundamental para lograr una transición suave entre la recta y la curva. En general, velocidades de diseño más altas requieren curvas espirales más largas.
- **Superelevación:** Se refiere a la inclinación transversal de la carretera en las curvas. En las curvas espirales, se incrementa gradualmente para permitir que los vehículos se inclinen con seguridad hacia la curva.

- **Transición de Peralte:** Implica el aumento gradual del peralte a medida que los conductores ingresan a la curva, lo que ayuda a contrarrestar la fuerza centrífuga y a mantener los vehículos en la carretera.
- **Tangente de Salida:** Al final de la curva espiral, se proporciona una longitud de tramo recto para permitir que los vehículos se realineen con la dirección normal de la carretera.

Diseño de la rasante

- El perfil en planta se compone de rectas llamadas tangentes enlazadas con curvas verticales parabólicas. Estas curvas permiten la transición suave entre tramos en rasante.
- El diseño de las curvas verticales se realizó considerando la visibilidad y la variación de pendientes. La longitud de estas curvas se determina multiplicando el índice de curvatura "K" por el valor absoluto de la diferencia entre las pendientes algebraicas.

Diseño geométrico de la sección transversal

- Se incluyeron varios elementos, como la calzada, que es la parte de la plataforma destinada a la circulación de vehículos, y las bermas, que son franjas adyacentes a la calzada utilizadas para la seguridad y el ensanchamiento de la plataforma en caso de emergencia.
- Se consideró el bombeo para drenar las aguas superficiales y se determinaron los valores de peralte máximo para curvas horizontales.
- La configuración de los taludes, cunetas y otros elementos de drenaje se estableció en función de la topografía y las características geotécnicas del terreno para garantizar la estabilidad y la seguridad de la carretera.

Este diseño geométrico integral garantiza que la vía sea segura y eficiente, teniendo en cuenta las condiciones específicas del terreno y las necesidades de los usuarios.

DISEÑO DEL AFIRMADO

El diseño del afirmado se basa en una serie de consideraciones y cálculos para garantizar su rendimiento, durabilidad y costos de operación y mantenimiento. Aquí se detallan algunos de los aspectos clave del diseño de afirmado:

SUBRASANTE

Se considerará material apto para la subrasante un suelo con un Índice de Soporte California (C.B.R.) igual o superior al 6%. Si el C.B.R. es menor, se asume que la superficie de la vía es insuficiente o que la base de la carretera es inadecuada, y se requerirá un mejoramiento del suelo. La solución de mejoramiento se determinará según las propiedades mecánicas de los suelos.

TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

El tipo de tratamiento a utilizar se seleccionó teniendo en cuenta varios factores, como el volumen de tráfico equivalente, el número de repeticiones del ensayo de carga (EE 8.20) y el tipo de subrasante en función del C.B.R. del suelo.

Cálculo del Factor Equivalente de Carga para el Camión C2

El Cálculo del ESAL se realizó considerando los camiones C2, que tienen un eje delantero con rueda simple de 7 toneladas y un eje trasero con ruedas dobles de 11 toneladas. Para estimar el daño provocado por cada eje, se convirtió el peso de toneladas a kilonewtons. Aproximadamente, 7 y 11 toneladas corresponden a 68 y 107 KN, respectivamente.

Se calculó el Factor de Carga Equivalente (FEC) para cada eje, siguiendo las normas de la Asociación Americana de Carreteras y Transporte. Después de la interpolación, se obtuvieron valores de FEC de 0.53 y 3.03 para el eje delantero y el eje trasero, respectivamente.

Estos cálculos son fundamentales para determinar el espesor de la capa rodante y garantizar que el pavimento afirmado sea capaz de soportar las cargas previstas y el tráfico. Además, el diseño debe considerar aspectos geotécnicos y estructurales para asegurar la integridad y la durabilidad del pavimento.

Comprendo que la cantidad de vehículos considerados en el cálculo se fundamenta en las normas del AASHTO y está vinculada al número de carriles de la carretera. En el caso de una carretera de dos carriles, se considera que el 50% de los vehículos circula en una dirección y el otro 50% en la dirección opuesta. En consecuencia, el 50% del IMDa se emplea para determinar el Factor de Carga Equivalente de diseño.

Espesor del afirmado – Método AASHTO

El espesor del pavimento se determina utilizando la ecuación del método AASHTO, que considera el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga aplicada al pavimento en términos de repeticiones equivalentes de eje (EE). Esta ecuación se utiliza para calcular el espesor requerido del afirmado.

La ecuación puede variar ligeramente según la edición específica del manual de diseño de pavimentos de AASHTO que se utilice, pero en términos generales, se vería de la siguiente manera:

$$\underline{e} = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\underline{N}_{\text{rep}}/120)$$

Donde:

\underline{e} = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la sub rasante.

$\underline{N}_{\text{rep}}$ = número de repeticiones de EE para el carril de diseño

ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidrológico que mencionas es fundamental en el diseño de carreteras, ya que garantiza que el sistema de drenaje y vial sea capaz de gestionar adecuadamente las aguas pluviales y las condiciones hidrológicas en la zona del proyecto. Aquí tienes un resumen de los puntos clave del estudio hidrológico:

- **Características Físicas de la Cuenca:** Esto implica analizar la geografía y topografía de la cuenca que abarca el área del proyecto de carretera. Esto es importante para comprender cómo fluyen las aguas superficiales y cómo se ven afectadas por las condiciones locales.
- **Red Hidrográfica:** La red hidrográfica consiste en la descripción de los cursos de agua, ríos o arroyos en el área del proyecto. Esto incluye la cuantificación de sus caudales y la comprensión de su comportamiento, lo que es esencial para el diseño de puentes, cruces y sistemas de drenaje.
- **Análisis de Precipitación:** Se analiza la intensidad de las precipitaciones en la zona, lo que ayuda a determinar el coeficiente de escorrentía superficial. Esto es crítico para calcular los caudales y, en última instancia, diseñar sistemas de drenaje pluvial para evitar inundaciones en la carretera.
- **Curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF):** Es una herramienta importante en el diseño hidrológico, ya que proporciona datos sobre la

intensidad de las lluvias en función de su duración y frecuencia. Esto ayuda a dimensionar los sistemas de drenaje y los elementos de control de inundaciones.

- **Periodos de Retorno:** Determinar los periodos de retorno implica cuantificar la probabilidad de que ocurran ciertos niveles de precipitación en un año dado. Esto es importante para dimensionar adecuadamente los sistemas de drenaje, ya que las intensidades de lluvia varían según el período de retorno.
- **Drenaje Pluvial:** En base a todos estos datos hidrológicos, se realiza el diseño hidráulico de la carretera, considerando el drenaje pluvial. Esto implica el diseño de cunetas, alcantarillas, desagües y otros elementos para garantizar que el agua de lluvia se gestione adecuadamente y no cause daños a la carretera.

En resumen, el estudio hidrológico es esencial para garantizar que la carretera esté preparada para enfrentar las condiciones climatológicas y las aguas pluviales de la zona, y para evitar inundaciones y daños al pavimento.

ESTUDIO DE HIDRÁULICA Y SISTEMA DE DRENAJE

Este fragmento del estudio de hidráulica y drenaje proporciona información esencial sobre el drenaje superficial y las alcantarillas en el diseño de carreteras, junto con otros aspectos clave. Aquí tienes un resumen de los puntos más destacados:

- **Momento Adecuado para el Estudio:** Se recomienda llevar a cabo el estudio hidráulico y de drenaje después de aprobar la geometría de la carretera y realizar pruebas de drenaje natural en el lugar.
- **Drenaje Superficial:** Se encarga de controlar el flujo de agua de lluvia en la superficie de la vía. Esto incluye la consideración de elementos como cunetas, alcantarillas y badenes, diseñados para garantizar la resistencia y estabilidad de la infraestructura.
- **Cunetas:** Las cunetas son estructuras que recogen y canalizan el agua de lluvia desde la superficie de la carretera y los taludes en cortes, evitando erosión y desviando el agua hacia fuentes naturales como arroyos.
- **Caudal de Diseño:** Se calcula considerando la superficie de la cuenca, la proyección del talud de corte en áreas de curva y la dirección del sistema de drenaje hacia las cunetas. Se emplea el coeficiente de escorrentía de la subcuenca y se basa en la curva intensidad-duración-frecuencia.

- **Seguridad Vial y Drenaje:** El diseño adecuado de las cunetas es esencial para mantener la seguridad vial y evitar problemas como atascos y volcaduras. Se deben cumplir requisitos mínimos de volumen de tráfico y pendiente según lo especificado en los manuales de diseño.
- **Funcionamiento Hidráulico de las Cunetas:** Se verifica que la capacidad hidráulica de las cunetas, calculada mediante la fórmula de Manning, sea suficiente para manejar el caudal de diseño. Esto evita desbordamientos y asegura un flujo de agua eficiente.
- **Revestimiento:** El revestimiento de estructuras de drenaje es importante para minorar la infiltración de agua, restringir el crecimiento de vegetación, acortar costos de mantenimiento y prolongar la vida útil de la estructura.
- **Alcantarillas:** Las alcantarillas son estructuras comunes en el drenaje de carreteras y se seleccionan según su costo y capacidad para manejar el caudal de diseño sin sobrepasar la carga máxima de entrada.
- **Cajas Colectoras:** Estas estructuras se ubican a la entrada de las alcantarillas para recoger agua de la cuneta y canalizarla bajo la carretera. Se diseñan teniendo en cuenta la dimensión y profundidad de la tubería de alcantarilla y la facilidad de mantenimiento.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Es una herramienta para detectar y prevenir problemas ambientales. La legislación ambiental de nuestro país se aplica a todos los proyectos de construcción.

Juntar el análisis de impacto ambiental es un desarrollo técnico y participativo, que le permite estudiar e identificar el impacto ambiental para mitigarlo y provocar consecuencias perjudiciales. Uno de los principales objetivos de la EIA es evaluar y reconocer el impacto negativo, positivos, directos e indirectos que intervienen en el proceso de ejecución de la obra y definir el PMA para ayudar a contrastar y mitigar los efectos manteniendo el equilibrio ambiental debido a efectos negativos e irreversibles en el ecosistema.

En la EIA, se resumen los elementos fundamentales relacionados con la carretera en cuestión, incluyendo la descripción detallada del proyecto, la evaluación de las condiciones iniciales del entorno socioambiental, la identificación y análisis de los componentes del entorno físico, biológico y socioeconómico, así como la consideración

de los factores clave que puedan ejercer influencia. A lo largo de su ciclo de vida, se aplicarán medidas destinadas a minimizar los impactos negativos y maximizar los impactos positivos.

Marco legal – Normativa General

Los marcos legales y regulaciones relacionados con el medio ambiente y la gestión ambiental en Perú son fundamentales para garantizar la protección del entorno y la sostenibilidad de los proyectos de construcción, como la carretera que mencionaste. Aquí se describen brevemente algunas de las leyes y regulaciones clave mencionadas en tu texto:

CUADRO 3.2. Marco Legal

Legislación	Resumen
Constitución Política del Perú (1993)	Establece los derechos fundamentales de las personas, incluyendo el derecho a un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.
Ley General del Ambiente (2005)	Define los estudios de impacto ambiental como instrumentos de gestión que describen los efectos de una actividad en el medio ambiente físico y social, y su evaluación técnica. También permite el uso de estándares internacionales.
Código Penal	Contiene disposiciones sobre delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente, como la contaminación y la responsabilidad penal en casos de daño ambiental.
Ley N° 26631 (1996)	Establece procedimientos para la formalización de denuncias por infracciones a la legislación ambiental y la necesidad de opiniones de entidades sectoriales competentes para la formación de denuncias por delitos ambientales.
Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (1997)	Se enfoca en la evaluación de impacto ambiental de proyectos. Establece el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y la comunicación de regulaciones sobre el tema a CONAM.
Ley Del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (2001)	Crea el SEIA como un marco legal general para la evaluación de impactos ambientales y establece un sistema único y coordinado para identificar, prevenir, supervisar y controlar los impactos ambientales negativos de proyectos de inversión.
Ley Organice de Municipalidades (Ley N° 23853)	Establece que las municipalidades tienen funciones en materia ambiental, como la conservación de la flora y fauna local, la promoción de la educación ambiental y la protección de monumentos históricos y artísticos.
Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314, 2000)	Regula el manejo de los residuos sólidos y establece que debe ser sanitario y ambientalmente adecuado para prevenir impactos negativos en la salud y el medio ambiente.

Fuente: Propia

Linea Base Ambiental

El punto de partida consiste en la identificación de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno que estarán sujetos a influencia por parte del proyecto. Esto facilita la EIA, tanto favorables como desfavorables, que puedan surgir.

Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Se trata de un informe de carácter técnico que abarca estrategias destinadas a evitar, rectificar y disminuir los efectos ambientales desfavorables durante la fase de

construcción del proyecto. Contiene iniciativas encaminadas a la mitigación, prevención y restauración.

Matriz de Leopold

Es una herramienta del EIA que permite sistematizar relaciones causales entre actividades del proyecto y su impacto potencial en el medio ambiente. Se utiliza para realizar evaluaciones cualitativas de impacto.

Mitigación de Impactos Ambientales

Se refieren a acciones preventivas, de regulación, de atenuación, de recuperación y de compensación destinadas a disminuir los efectos adversos sobre el entorno ambiental durante la ejecución del proyecto y a garantizar la utilización sostenible de los recursos naturales.

Plan de Acción Preventivo - Correctivo

Se centra en la planificación de actividades para prevenir daños innecesarios causados por descuidos o falta de protección, asegurando que el proyecto se desarrolle de manera segura y responsable.

Plan de Monitorio Ambiental

Asegura que el proyecto se lleve a cabo sin causar alteraciones significativas en el medio ambiente mediante la supervisión continua y el control de las actividades y sus impactos en el entorno.

Plan de Contingencias

Define acciones para prevenir o controlar accidentes laborales o desastres naturales durante la ejecución del proyecto, de modo que pueda compensar los impactos de eventos inesperados.

Programa de Participación Ciudadana

Promueve la participación de la ciudadanía en el proyecto, sensibiliza a los ciudadanos sobre cuestiones medioambientales y busca su aceptación de los planes. Esto

contribuye a cultivar hábitos de protección del medio ambiente y mejora la calidad de vida.

Programa de Abandono y Cierre

Se refiere a la recuperación de las áreas afectadas por el proyecto una vez que se complete su vida útil, con el objetivo de regenerar la ecología, morfología y biología de los recursos naturales afectados.

Estos componentes son esenciales para una gestión ambiental efectiva y sostenible en proyectos de construcción, y cumplen con los requisitos legales y de sostenibilidad para proteger el medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades afectadas.

ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN

Objetivo del estudio de señalización:

El propósito fundamental de este estudio consiste en optimizar la regulación del flujo de vehículos en las carreteras, siguiendo las pautas definidas en el manual de gestión del tráfico en vías públicas y carreteras del MTC.

Tipos de señales:

El estudio se enfoca en tres tipos principales de señales:

- a. **Señales de Reglamentación:** Estas señales advierten a los usuarios de la vía sobre limitaciones o restricciones específicas que deben seguir al transitar por esa carretera. La infracción de estas señales se considera un delito.
- b. **Señales de Prevención:** Sirven como advertencias sobre peligros en la carretera y su naturaleza. El estudio considera distancias recomendadas para ubicar estas señales, que varían según la zona (urbana o rural).
- c. **Señales de Información:** Estas señales proporcionan información a los usuarios de la vía para ayudarles a orientarse en la dirección correcta. También se utilizan para identificar lugares relevantes, como ciudades, destinos turísticos, ríos y otros puntos de interés.

En general, este estudio de señalización es fundamental para garantizar la seguridad y la orientación de los conductores en la vía, así como para cumplir con las regulaciones de tráfico y carreteras establecidas por las autoridades competentes.

METRADOS

El metrado es un proceso esencial en la construcción y en proyectos de ingeniería, ya que permite cuantificar la cantidad de materiales y trabajos que se deben ejecutar. A continuación, se detallan las características clave de los metrados:

- **Definición de Metrado:** El metrado es la medición y cuantificación de la cantidad de materiales, trabajos o servicios requeridos en un proyecto de construcción o ingeniería. Esta cuantificación se expresa en unidades de medida específicas, como kilogramos (kg), metros cuadrados (m²), metros cúbicos (m³), pies cuadrados (pie²), unidades, piezas, entre otras, dependiendo de la naturaleza del elemento a medir.
- **Características de los Metrados:**
 - a. **Claridad y Comprensión:** Los metrados deben redactarse de manera clara, sencilla y comprensible para que otras personas, como ingenieros, contratistas, y técnicos, puedan entender y verificar la cantidad de materiales y trabajos involucrados en un proyecto.
 - b. **Metodología Analítica:** Los metrados deben seguir una metodología específica que defina cómo se deben medir y cuantificar los elementos involucrados en el proyecto. Esto garantiza la consistencia y precisión en las mediciones.
 - c. **Operaciones e Indicaciones:** Un metrado debe incluir las operaciones y las indicaciones necesarias para realizar los cálculos y cuantificaciones. Esto puede incluir fórmulas matemáticas, conversiones de unidades y descripciones detalladas de cómo se debe medir un elemento.

En resumen, el proceso de metrado es fundamental en la construcción y proyectos de ingeniería para determinar con precisión la cantidad de materiales y trabajos necesarios. La claridad, metodología analítica y la inclusión de operaciones e indicaciones son elementos esenciales para un metrado efectivo.

COSTO DEL PROYECTO

El presupuesto del proyecto es un aspecto fundamental en cualquier proyecto de construcción, y su estimación y desglose son esenciales para el éxito y la gestión eficiente del mismo. Aquí se detallan los componentes y conceptos clave relacionados con el proyecto:

Presupuesto:

- Es el costo estimado de la obra a ejecutar y comprende varios elementos, incluyendo el costo directo, gastos generales, utilidad e impuesto.
- El valor del presupuesto de obra se encuentra en el expediente técnico del proyecto.
- Debe estar actualizado y no tener una antigüedad superior a seis meses desde la fecha de la convocatoria del proyecto.

El presupuesto se ajusta al siguiente esquema:

$$PT = (CD + GG + UTILIDAD) * IGV$$

PT: Presupuesto Total

CD: Costo Directo

GG: Gastos Generales (5-15% del CD)

UTILIDAD: 5%CD

IGV: 18%

Costo Directo:

- Abarca la totalidad de los gastos vinculados con materiales, mano de obra, equipos y herramientas esenciales para la ejecución del proyecto.
- Este cálculo implica la determinación precisa de la cantidad de materiales requeridos, los precios asociados a la mano de obra, los costos de los equipos y herramientas, y la productividad estimada de las cuadrillas en las tareas específicas.

Aporte unitario de materiales:

- Los materiales mencionados en las partidas se cuantifican utilizando unidades de comercialización, como bolsas de cemento, metros cúbicos de arena o piedra, entre otros.
- La asignación unitaria para concreto y encofrados se determina teniendo en cuenta los requisitos particulares del proyecto.

Costo de la mano de obra:

- Hace referencia al trabajo humano requerido para convertir la materia prima en productos finales o estructuras.
- Puede dividirse en mano de obra directa (MOD) y mano de obra indirecta (MOI) según la relación con el proceso productivo.

Flete terrestre:

- El costo de flete terrestre es el costo adicional asociado al transporte de materiales o maquinaria a la ubicación del proyecto.
- Dependiendo de factores como el tipo de vía, la ubicación geográfica y la altitud, este costo puede variar.

Análisis de precios unitarios:

- Son costos calculados para cada elemento de trabajo y se basan en los costos directos e indirectos, incluyendo el rendimiento y las cuadrillas para cada partida.
- A menudo, se utilizan software de gestión de costos y presupuestos, como el S10, para realizar estos cálculos.

Costos Indirectos:

- Los gastos generales y la utilidad son costos indirectos que se agregan al costo directo para determinar el presupuesto total.
- Los gastos generales pueden incluir gastos relacionados con la licitación, administración y otros gastos no relacionados con el tiempo de ejecución de la obra.
- La utilidad es la cantidad que el contratista gana en el proyecto y suele ser un porcentaje del costo directo.

Impuesto general a la venta (IGV):

- El IGV es un gravamen que se aplica a la venta de bienes y servicios en el territorio nacional.
- En Perú, la tasa del IGV es del 18%, compuesta por un 16% de Impuesto General al Consumo y un 2% de Impuesto de Promoción Municipal.

Fórmula polinómica:

- La fórmula polinómica se utiliza para ajustar el presupuesto a lo largo del tiempo y considera la variación en los precios de los materiales y otros elementos.
- Esta fórmula tiene coeficientes de incidencia que afectan los elementos individuales del costo, como mano de obra, materiales, equipos y otros.

Programación de obra:

- La programación de obra implica la planificación y control de las actividades a lo largo del tiempo.
- Una técnica común para programar proyectos es el diagrama de barras, que representa las actividades como barras de tiempo y muestra la duración y el progreso real de las mismas.

La gestión adecuada de estos componentes es crucial para el éxito de un proyecto de construcción y garantiza que se mantenga dentro del presupuesto y el cronograma previstos. Además, permite a los involucrados tomar decisiones informadas a lo largo del proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSION

ESTUDIO DE TRÁFICO

En el marco del estudio de tráfico, se llevaron a cabo conteos volumétricos de tráfico a lo largo de un período de siete días, abarcando un ciclo continuo de 24 horas. Estos conteos se realizaron en las estaciones de conteo que habían sido previamente establecidas para este propósito.

CUADRO 4.1. **Días de recopilación de datos de Tráfico**

DIAS DE CONTEO			
E1		E2	
ANEXO PORVENIR		PUERTO PRINCIPAL	
LUNES	4/04/2022	LUNES	11/04/2022
MARTES	5/04/2022	MARTES	12/04/2022
MIÉRCOLES	6/04/2022	MIÉRCOLES	13/04/2022
JUEVES	7/04/2022	JUEVES	14/04/2022
VIERNES	8/04/2022	VIERNES	15/04/2022
SÁBADO	9/04/2022	SÁBADO	16/04/2022
DOMINGO	10/04/2022	DOMINGO	17/04/2022

Fuente: Propia

FIGURA 4.1. **E-1 Anexo Porvenir y E-2 Puerto Principal**



Fuente: vista del lugar

Registro y tabulación de datos

La información recopilada durante el estudio de tráfico en el campo se registró y organizó utilizando el software Excel, así como formularios de clasificación vehicular. Estos registros incluyeron información detallada sobre la cantidad de vehículos por

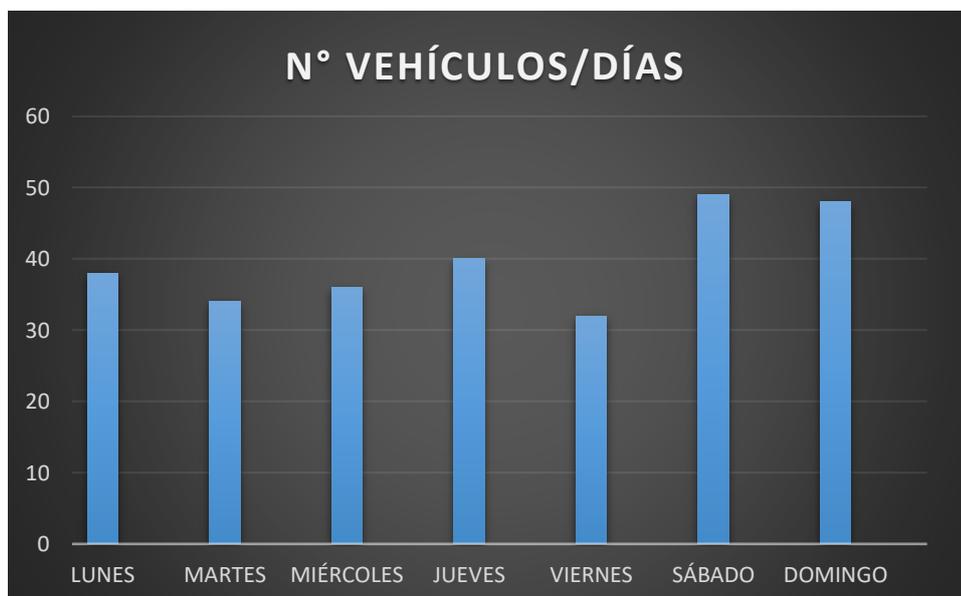
hora, día, dirección de desplazamiento (entrada y salida) y la categoría a la que pertenecen los vehículos.

CUADRO 4.2. Registro de Datos E-1

ESTACIÓN DE CONTEO E1														
ANEXO PORVENIR														
TIPO DE VEHICULO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
MOTO LINEAL	4	4	3	3	3	3	4	1	3	3	6	6	5	5
MOTO CARGUERA	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	0	0
AUTOS	7	5	6	4	5	7	6	8	5	5	4	4	5	5
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	4	6	4	5	5	5	6	6	4	4	7	6	7	7
CAMION 2E	3	3	3	3	4	2	5	1	2	4	6	6	7	7
SUB-TOTAL	19	19	18	16	18	18	23	17	15	17	25	24	24	24
TOTAL	38		34		36		40		32		49		48	

Fuente: Propia

GRAFICA 4.1. Número de Veh/día Estación E-1

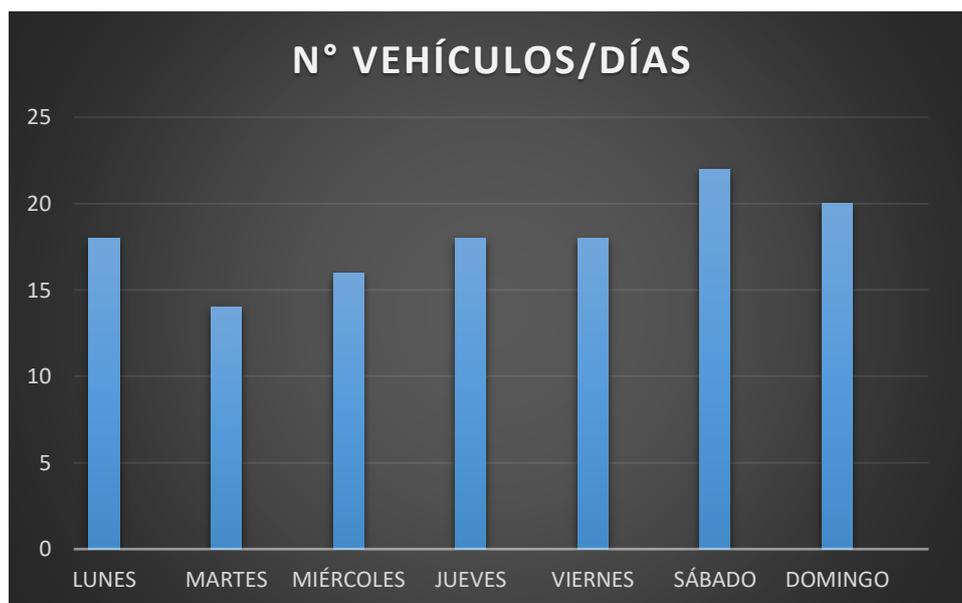


Fuente: Propia

CUADRO 4.3. Registros de datos E-2

ESTACIÓN DE CONTEO E2														
PUERTO PRINCIPAL LAGO POMACOCHAS														
TIPO DE VEHICULO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
MOTO LINEAL	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
MOTO CARGUERA	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	3	3	2	2
AUTOS	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
CAMION 2E	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
SUB-TOTAL	9	9	7	7	8	8	9	9	9	9	11	11	10	10
TOTAL	18		14		16		18		18		22		20	

Fuente: Propia

GRAFICA 4.2. Número de Veh/día Estación E-2

Fuente: Propia

Las gráficas reflejan que los sábados y domingos presentan los niveles más significativos de tráfico vehicular en la estación E1 y la estación E2, lo cual se debe a la afluencia de visitantes al centro turístico Puerto Principal del lago Pomacochas en esos días.

Factor de Ajuste Estacional

Las cifras de tráfico pueden variar de un mes a otro debido a diversos factores, como las estaciones del año, festividades, condiciones climáticas y otros eventos periódicos. Para obtener una estimación más precisa del IMDA, se aplica un factor de ajuste que corrige los valores recopilados a lo largo del año. En este proyecto, hemos elegido utilizar el factor de ajuste de la estación de peaje más cercana, que en este caso es la Estación de Peaje de Pedro Ruiz-P016, ubicada en el kilómetro 292+000 de la vía principal Fernando Belaunde Terry (Pedro Ruiz-Bagua). Hemos seleccionado el factor correspondiente al mes de abril, que coincide con el período en el que se realizó el conteo de tráfico.

CUADRO 4.4. Factores de corrección estacional promedio

PEAJE PEDRO RUIZ	
MES DE ABRIL	
F.C.E. VEHICULO LIGERO	1.1210
F.C.E. VEHICULO PESADO	1.0435

Fuente: MTC

Cálculo del Índice Medio Diaria Anual

Para calcular el Índice Medio Diario Anual, se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDA_a = IMD_S * FC$$

$$IMD_S = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDS: Índice Medio Diario de la muestra vehicular tomada

IMDAa: Índice Medio Anual

Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC: Factores de Corrección Estacional

La fórmula antes mencionada, se utilizó para calcular el IMDA en las dos estaciones de conteo.

CUADRO 4.5. Cálculo del IMDA E-1

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
MOTO LINEAL	8	6	6	5	6	12	10	53	8	1.121	9	19.1
MOTO CARGUERA	2	3	2	3	2	4	0	16	2	1.121	3	6.4
AUTOS	12	10	12	14	10	8	10	76	11	1.121	13	27.7
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	10	9	10	12	8	13	14	76	11	1.121	13	27.7
CAMION 2E	6	6	6	6	6	12	14	56	8	1.044	9	19.1
TOTAL	38	34	36	40	32	49	48	277	40		47	100.0

Fuente: Propia

CUADRO 4.6. Tráfico actual E-1

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
MOTO LINEAL	9	19.1
MOTO CARGUERA	3	6.4
AUTOS	13	27.7
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	13	27.7
CAMION 2E	9	19.1
IMD	47	100.0

Fuente: Propia

CUADRO 4.7. Cálculo del IMDA E-2

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
MOTO LINEAL	2	2	4	2	4	2	4	20	3	1.121	4	17.4
MOTO CARGUERA	4	2	4	2	2	6	4	24	3	1.121	4	17.4
AUTOS	6	4	4	6	6	6	8	40	6	1.121	7	30.4
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	2	4	2	4	2	4	2	20	3	1.121	4	17.4
CAMION 2E	4	2	2	4	4	4	2	22	3	1.044	4	17.4
TOTAL	18	14	16	18	18	22	20	126	18		23	100.0

Fuente: Propia

CUADRO 4.8. Tráfico actual E-2

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
MOTO LINEAL	4	17.4
MOTO CARGUERA	4	17.4
AUTOS	7	30.4
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	4	17.4
CAMION 2E	4	17.4
IMD	23	100.0

Fuente: Propia

Tasas de Crecimiento para las Proyecciones

Las tasas de crecimiento utilizada, se derivaron de datos específicos del departamento de Amazonas, donde se localiza el proyecto en el Distrito de Florida, Prov. de Bongará. De acuerdo con los datos adquiridos por el INEI en el Informe Final del Censo 2017, se ha estimado una tasa de crecimiento anual de la población del 0.62%, así como una tasa de crecimiento anual del Producto Bruto Interno (PBI) regional del 3.42%.

La proyección del proyecto se ha fijado en un período de 20 años para vías, tanto a nivel afirmado como sin afirmar. Esto se basa en la naturaleza de una trocha carrozable con un bajo volumen de tráfico. Con una inversión inicial adecuada y un mantenimiento constante, se prevé que la carretera sea transitada durante este lapso de tiempo.

Para llevar a cabo las proyecciones de tráfico, se tomaron en cuenta las tasas de crecimiento mencionadas anteriormente, que están relacionadas con el aumento anual de la población y el PBI regional. Estas tasas se fundamentaron en datos específicos de la región de Amazonas, dado que el proyecto se localiza en el Distrito Florida.

FIGURA 4.2. Tasa de crecimiento del Departamento

$r_{vp} =$	0.62%	(Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)
$r_{vc} =$	3.42%	(Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)

Fuente: Censos 2017 – INEI.

Para las proyecciones tráfico se ha utilizado la siguiente formula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^n$$

Donde:

T_n = Transito proyectado al año en vehículo por día.

T_0 = Transito actual (año base) en vehículos por día.

n = año futuro de proyección.

r = tasa anual de crecimiento de tránsito.

Proyección del Tráfico sin intervención del proyecto

La proyección de tráfico sin intervención del proyecto se efectuó considerando una situación en la que el proyecto no se lleva a cabo, y se extendió hasta un horizonte de 20 años. Este análisis se aplicó a ambas estaciones de conteo.

CUADRO 4.9. Proyección de tráfico – sin intervención del proyecto E-1

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto																					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	47	47	48	48	48	49	49	51	52	53	54	54	54	55	55	56	56	57	59	60	61
MOTO LINEAL	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MOTO CARGUERA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AUTOS	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15
CAMION 2E	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	17	18

Fuente: Propia

CUADRO 4.10. Proyección de tráfico – sin intervención proyecto E-2

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto																					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	31
MOTO LINEAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
MOTO CARGUERA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
AUTOS	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
CAMION 2E	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8

Fuente: Propia

Proyección del Tráfico Generado por el proyecto

La proyección se efectuó considerando una situación en la que el proyecto está en funcionamiento y se proyectó a 20 años. El tráfico generado se refiere a aquel que no existiría en ausencia del proyecto, pero que surge debido a las mejoras en las condiciones de tránsito proporcionadas por la infraestructura. En este caso, se estima que el tráfico generado se originará principalmente debido a un mayor flujo comercial, la reducción del tiempo de viaje y la disminución de la distancia entre los centros turísticos cercanos a la laguna de Pomacochas, tanto de manera directa como indirecta.

Para calcular el tráfico generado por el proyecto, se ha considerado un aumento del 80% en el tráfico para todos los tipos de vehículos, ya que la construcción de una carretera previamente inexistente en la región tiende a generar un aumento en la demanda. Con la implementación del proyecto en estudio, se espera un incremento en la frecuencia de vehículos debido a las mejores condiciones de la vía, lo que resultará en un mayor intercambio comercial y una mayor actividad económica en el área de influencia.

CUADRO 4.11. Proyección de tráfico – intervención del proyecto E-1

Tráfico Proyectado - Con Proyecto																					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	47	47	48	48	48	49	49	51	52	53	54	54	54	55	55	56	56	57	59	60	61
MOTO LINEAL	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MOTO CARGUERA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AUTOS	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15
CAMION 2E	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	17	18
Tráfico Generado	41	41	41	41	41	42	42	44	45	45	46	46	46	47	47	47	47	48	48	49	50
MOTO LINEAL	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
MOTO CARGUERA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AUTOS	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
CAMION 2E	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	14	15
IND TOTAL	88	88	89	89	89	91	91	95	97	98	100	100	100	102	102	103	103	106	107	109	111

Fuente: Propia

CUADRO 4.12. Proyección de tráfico – intervención del proyecto E-2

Tráfico Proyectado - Con Proyecto																					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	31
MOTO LINEAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
MOTO CARGUERA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
AUTOS	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
CAMION 2E	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8
Tráfico Generado	0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	25	25	26	26
MOTO LINEAL	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MOTO CARGUERA	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
AUTOS	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
CAMIONETA PICK UP Y C.R.	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CAMION 2E	0	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7
IND TOTAL	23	45	45	45	46	46	46	46	46	46	48	48	50	50	50	52	52	52	52	54	57

Fuente: Propia

De acuerdo con la clasificación establecida en la DG-2018, el proyecto en estudio se considera una carretera de tipo Trocha Carrozable debido a su demanda, ya que IMDA calculado es inferior a 200 vehículos por día, con valores de 111 vehículos por día para la Estación 1 y 57 vehículos por día para la Estación 2.

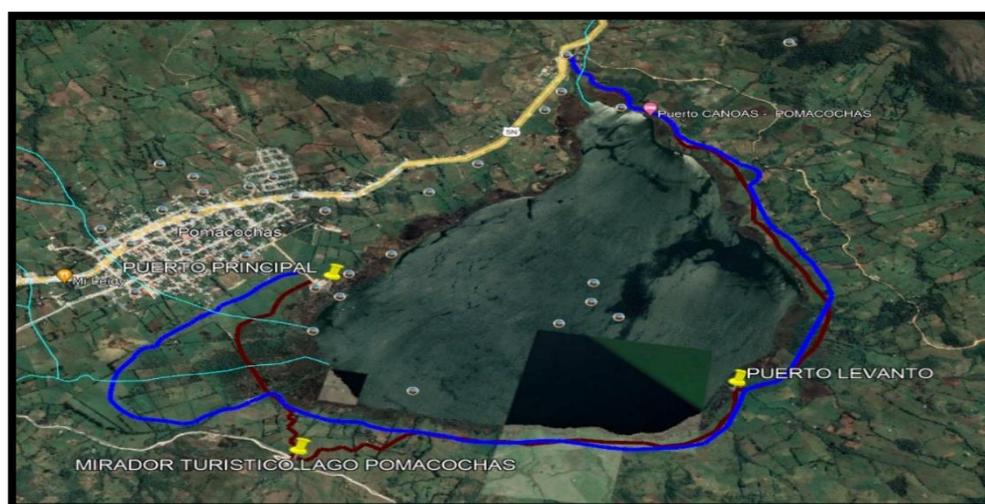
En cuanto a la selección de la estación de conteo a utilizar, se obtuvieron aforos de ambas estaciones con el propósito de decidir cuál de ellas sería la más adecuada para el desarrollo del proyecto. La elección recae en la Estación 1, que registra un IMDA significativamente superior, justificando así su selección como la estación base para el desarrollo de la carretera.

ESTUDIO DE RUTA

El estudio de rutas implicó la creación de diseños en planta y perfil, donde se consideraron los puntos de control identificados a lo largo del terreno. Estos diseños fueron sometidos a un análisis exhaustivo utilizando diversos métodos, incluyendo la evaluación económica, la viabilidad ambiental y la evaluación técnica, con el objetivo de determinar la ruta más óptima para el proyecto. Se generaron dos propuestas de rutas (Ruta N°1 y Ruta N°2) utilizando herramientas como Civil 3D y Google Earth.

Se muestran a continuación las representaciones en planta de estas rutas, las cuales fueron sometidas a una evaluación detallada basada en varios criterios con el fin de elegir la mejor alternativa. Se puso un énfasis particular en el trazado de las rutas de modo que se aprovecharan al máximo los caminos de herradura existentes, minimizando así el impacto en las extensas áreas de cultivo y evitando las zonas pantanosas.

FIGURA 4.3. RUTAS PROPUESTAS



Fuente: Propia

Evaluación de la viabilidad económica

La evaluación de la viabilidad económica se efectuará para ambas rutas, siguiendo los principios esenciales que se especifican en el DG-2018.

CUADRO 4.13. Evaluación Técnica

EVALUACION TECNICA		
DESCRIPCION	RUTA N°01	RUTA N°02
Longitud (m)	9+334	8+310
Tiempo de viaje	40 min	35 min
Velocidad de diseño	30-40 Km	30 Km
Orografia	Ondulado - Accidentado	Accidentado
Pendiente de alineamiento maxima	6% - 8%	10% - 14%
Numero de curvas Horizontales	100	116
Obras de arte	14 alcantarillas	14 alcantarillas
Zonas Pantanosas (Km)	0	1.28

Fuente: Propia

FIGURA 4.4. ZONAS PANTANOSAS



Fuente: Propia

Evaluación Económica

La evaluación económica implica calcular los costos de construcción por kilómetro, basándose en las tarifas del Ministerio de Transportes y considerando información de proyectos similares relacionados con el proyecto en cuestión. Se tuvieron en cuenta las partidas esenciales en proyectos viales y se estimaron costos indirectos que comprenden gastos generales, utilidades y el 18% (IGV). Además, se incluyeron los costos de gestión del proyecto, que abarcan la elaboración del expediente técnico y todos los procedimientos administrativos necesarios.

CUADRO 4.14. Evaluación Económica R-01

ALTERNATIVA DE RUTA N°01				
PRODUCTO /PROYECTO	UNIDAD DE MEDIDA REPRESENTATIVA	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD DE MEDIDA S/	INVERSION
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DE TERCERA CLASE EN TERRENO ONDULADO-ACCIDENTADO	S/.	9.334	S/1,100,000.00	S/ 10,267,400.00
COSTO DIRECTO				S/10,267,400.00
GASTOS GENERALES (10% C.D)			10%	1,026,740.00
UTILIDAD (10% C.D)			10%	1,026,740.00
SUB TOTAL				S/12,320,880.00
IMPUESTO (IGV)			18%	S/2,217,758.40
SUB TOTAL COSTO DE INVERSION				S/14,538,638.40
GESTION DEL PROYECTO (2%)			2%	S/290,772.77
GASTOS DE SUPERVISION (2.5%)			2.50%	S/363,465.96
INVERSION TOTAL				S/15,192,877.13

Fuente: Propia

CUADRO 4.15. Evaluación Económica R-02

ALTERNATIVA DE RUTA N°02				
PRODUCTO /PROYECTO	UNIDAD DE MEDIDA REPRESENTATIVA	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD DE MEDIDA S/	INVERSION
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DE TERCERA CLASE EN TERRENO ACCIDENTADO	S/.	8.31	S/1,100,000.00	S/ 9,141,000.00
COSTO DIRECTO				S/9,141,000.00
GASTOS GENERALES (10% C.D)			10%	914,100.00
UTILIDAD (10% C.D)			10%	914,100.00
SUB TOTAL				S/10,969,200.00
IMPUESTO (IGV)			18%	S/1,974,456.00
SUB TOTAL COSTO DE INVERSION				S/12,943,656.00
GESTION DEL PROYECTO (2%)			2%	S/258,873.12
GASTOS DE SUPERVISION (2.5%)			2.50%	S/323,591.40
INVERSION TOTAL				S/13,526,120.52

Fuente: Propio

CUADRO 4.16. EXCEDENTE DE PRODUCTO

BENEFICIOS POR EXCEDENTE DE PRODUCCION					
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LAS LOCALIDADES BENEFICIARIAS					
CULTIVOS	COSECHA (ha)	RENDIMIENTO (tn./ha)	PRODUCCIÓN	COSTO/QUINTAL	BENEFICIOS
FRIJOL GRANO SECO	50.94	0.41	20.8854	30	6265.62
PAPA	68.5	7.13	488.405	30	146521.5
YUCA	25.8	25.9	668.22	25	167055
GRANADILLA	15	6.75	101.25	110	111375
PALTA	25	34.5	862.5	150	1293750
YACON	35	12.5	437.5	120	525000
LIMON (FRUTA)	15	35.8	537	62	332940
HORTALIZAS	15	12.5	187.5	40	75000
CHIRIMOYA	36	12	432	50	216000
TOMATES	12	63	756	66	498960
OLLUCOS	15.2	56	851.2	74	629888
ZAPALLO	7.2	15	108	50	54000
AJI	9.6	12.8	122.88	100	122880
ZANAHORIA	15.2	23.2	352.64	50	176320
TOTAL	345.44	317.49	5925.9804	957	S/4,355,955

FUENTE: Propia

CUADRO 4.17. BENEFICIOS Y RENTABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS

BENEFICIOS Y RENTABILIDAD		
AÑOS	ALTERNATIVA "A"	ALTERNATIVA "B"
1	-S/10,267,400	-S/9,141,000
2	S/4,355,955	S/4,355,955
3	S/4,355,955	S/4,355,955
4	S/4,355,955	S/4,355,955
5	S/4,355,955	S/4,355,955
6	S/4,355,955	S/4,355,955
7	S/4,355,955	S/4,355,955
8	S/4,355,955	S/4,355,955
9	S/4,355,955	S/4,355,955
10	S/4,355,955	S/4,355,955
TASA	8%	8%
Σ BENEFICIOS	S/39,203,596	S/39,203,596
VP	S/27,211,163	S/27,211,163
VAN	S/16,943,763.38	S/18,070,163.38
TIR	40.43%	46.08%

FUENTE: Propia

Evaluación de la viabilidad ambiental

La evaluación de la viabilidad ambiental involucra el análisis de diversos aspectos del entorno territorial, que comprenden la hidrología en la superficie, la geomorfología, la geología, la flora, la fauna, aspectos económicos y sociales, así como el uso de la tierra, entre otros. A continuación, se ofrecen especificaciones sobre las rutas propuestas.

CUADRO 4.18. Evaluación de la viabilidad ambiental

AMBIENTES TERRITORIALES		
VARIABLES	RUTA N°01	RUTA N°02
<i>Hidrología superficial</i>	Clima nublado y seco con lluvias estacionales intensas	Clima nublado y seco con lluvias estacionales intensas
<i>Geomorfología y geología</i>	Arcillas inorgánicas	Arcillas inorgánicas
<i>Flora</i>	Variado	Variado
<i>Fauna</i>	Especies silvestres	Especies silvestres
<i>Aspecto turístico</i>	Centros turísticos	Centros turísticos
<i>Aspecto económico</i>	Incrementa la exportación de prod. Zona	Incrementa la exportación de prod. Zona
<i>Aspectos socioculturales</i>	Conecta los centros turísticos	Conecta los centros turísticos
<i>Uso del suelo</i>	agrícola y ganadero	agrícola y ganadero

Fuente: Propia

Elección de la mejor ruta

La selección de la mejor ruta se basó en un sistema de puntuación, donde se asignaron valores de 2, 1 y 0. Un valor de 2 indicaba que una de las rutas era claramente superior, un valor de 1 se utilizó cuando ambas rutas cumplían de manera similar con los criterios evaluados, y un valor de 0 se asignó cuando ninguna de las rutas cumplía satisfactoriamente con los criterios.

CUADRO 4.19. Criterios de elección

EVALUACION TECNICA				
DESCRIPCION	RUTA N°01	Punto	RUTA N°02	Punto
Longitud (m)	9+334	1	8+310	1
Tiempo de viaje	40 min	1	35 min	2
Velocidad de diseño	30-40 Km	1	30 Km	1
Orografía	Ondulado - Accidentado	2	Accidentado	1
Pendiente de alineamiento máximo	6% - 8%	2	10% - 14%	1
Numero de curvas Horizontales	100	2	116	1
Obras de arte	14 alcantarillas	1	14 alcantarillas	1
Zonas Pantanosas (Km)	0	2	1.28	0
AMBIENTES TERRITORIALES				
Hidrología superficial	Clima nublado y seco con lluvias estacionales intensas	1	Clima nublado y seco con lluvias estacionales intensas	1
Geomorfología y geología	Arcillas inorganicas	1	Arcillas inorganicas	1
Flora	Variado	1	Variado	1
Fauna	Especies silvestres	1	Especies silvestres	1
Aspecto turístico	Centros turísticos	1	Centros turísticos	1
Aspecto económico	Incrementa la exportación de prod. Zona	1	Incrementa la exportación de prod. Zona	1
Aspectos socioculturales	Conecta los centros turísticos	1	Conecta los centros turísticos	1
Uso del suelo	agrícola y ganadero	1	agrícola y ganadero	1
VIABILIDAD ECONOMICA				
Inversión total=	S/15,192,877.13	1	S/13,526,120.52	2
Puntaje de alternativa	RUTA N°01	21	RUTA N°02	18

Fuente: Propia

Elección de la ruta

La Ruta N°1 ha sido seleccionada como la opción definitiva siguiendo el proceso de evaluación, ya que supera en términos de los criterios utilizados para la evaluación. Esta alternativa no solo ofrecerá mayores ventajas a los habitantes locales, sino que también se ajusta de manera óptima a los objetivos establecidos para el proyecto. Como consecuencia, se avanzará con el levantamiento topográfico y el diseño geométrico definitivo de la Ruta N°1.

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Proceso de levantamiento topográfico

El proceso de levantamiento topográfico se desarrolló utilizando coordenadas UTM y tomó como punto de inicio el Puerto Principal del lago Pomacochas. En esta etapa, se estableció la primera estación, denominada E-1, y se procedió a la identificación de varias estaciones adicionales, así como a la localización de puntos de referencia conocidos como BM's (Bench Marks), los cuales estaban estratégicamente ubicados en rocas y árboles. Estos BM's desempeñaron un papel fundamental al servir como puntos de referencia clave para las operaciones de replanteo y aseguraron una adecuada visibilidad del terreno durante todo el proceso.

FIGURA 4.5. Lectura de datos con estación total



Fuente: Propia

Trabajo de gabinete

Los trabajos de oficina se centraron en la exportación de los datos topográficos recopilados en el campo desde la Estación Total al ordenador. Se procesaron estos datos utilizando software como "AutoCAD" y "Civil 3D" para llevar a cabo el diseño geométrico del tramo de carretera. El resultado de este procesamiento fue la

generación de un plano topográfico que servirá como base fundamental para el diseño y la construcción de la carretera.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Para el EMS, se llevaron a cabo perforaciones en el terreno mediante la excavación de calicatas. Estas calicatas se distribuyeron a intervalos de aproximadamente 1 kilómetro a lo largo del tramo de la carretera. La ubicación específica de estas calicatas se detalla en el cuadro que se presenta a continuación.

CUADRO 4.20. **Coordenadas de Calicatas**

CALICATAS	PROGRESIVA	COORDENADAS	
		X	Y
C-1	0+135	171212.10	9354524.92
C-2	1+340	171515.01	9353914.06
C-3	2+825	172461.34	9354119.22
C-4	3+140	173444.62	9354048.30
C-5	4+860	174350.35	9354376.09
C-6	5+420	174963.86	9355151.92
C-7	6+536	174514.26	9355942.18
C-8	7+580	174005.39	9356555.10
C-9	8+420	173268.74	9357084.18
C-10	9+260	175355.49	9358703.92

Fuente: Propia

FIGURA 4.6. **Muestras para el inicio de pruebas de laboratorio**



Fuente: Propia

FIGURA 4.7. Muestreo del Material



Fuente: Propia

FIGURA 4.8. PROCTOR



Fuente: Propia

CUADRO 4.21. Resumen de pruebas efectuadas

RESULTADOS DE LABORATORIO								
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO		LIMITES ATTERBERG			CLASIFICACION	
		PASA 40	PASA 200	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
C - 01	0.10 - 1.50	94	26.2	44.3	21.94	22.34	SC	A - 2 - 7 (2)
C - 02	0.10 - 1.50	90.4	57.7	34	14.3	19.67	CL	A - 6 (8)
C - 03	0.10 - 1.50	87.3	22.5	24	15.35	8.61	SC	A - 2 - 4 (0)
C - 04	0.10 - 1.50	49.4	19.8	32.4	16.17	16.25	SC	A - 2 - 6 (0)
C - 05	0.10 - 1.50	94.4	71.9	34.2	15.44	18.76	CL	A - 6 (11)
C - 06	0.10 - 1.50	94.2	76.3	32.6	22.85	9.74	CL	A - 4 (9)
C - 07	0.10 - 1.50	46.9	14.6	22.9	14.25	8.66	SC	A - 2 - 4 (0)
C - 08	0.10 - 1.50	94.8	47.6	32.5	15.75	16.75	SC	A - 6 (5)
C - 09	0.10 - 1.50	47.8	23.6	37.8	19.6	18.16	SC	A - 2 - 6 (1)
C - 10	0.10 - 1.50	91.3	79.5	45.2	30.22	15.03	ML	A - 7 - 5 (11)

Fuente: Propia

CUADRO 4.22. Coordenadas del C.B.R.

CALICATAS	PROGRESIVA	COORDENADAS	
		X	Y
C-1	0+000	171212.10	9354524.92
C-4	3+000	173444.62	9354048.30
C-7	6+000	174514.26	9355942.18
C-10	9+000	175355.49	9358703.92

Fuente: Propia

CUADRO 4.23. Resumen para CBR

RESUMEN PARA CBR > 6%		
DATOS DE CALICATAS		RESULTADOS DE ENSAYOS
CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR (%)
1	1.50 m	6.80%
3	1.50 m	7.00%
4	1.50 m	7.10%
5	1.50 m	6.80%
7	1.50 m	8.10%
8	1.50 m	7.00%
9	1.50 m	8.00%
PROMEDIO CBR%=		7.26%

RESUMEN PARA CBR < 6%		
DATOS DE CALICATAS		RESULTADOS DE ENSAYOS
CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR (%)
2	1.50 m	4.90%
6	1.50 m	5.50%
10	1.50 m	5.40%
PROMEDIO CBR%=		5.27%

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, se puede clasificar la calidad de la subrasante del proyecto como regular. Esto se basa en la observación de que la

mayoría de los valores de CBR caen dentro del intervalo de 6% o más, pero no llegan al 10%, como se detalla en la tabla respectiva.

CUADRO 4.24. **Categoría de Subrasante**

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

Fuente: Manual de Carreteras – Sección suelos y pavimentos.

ESTUDIO DE CANTERAS, SUMINISTRO DE AGUA Y BOTADEROS

Estudio de Canteras

Se presentan los resultados de los ensayos realizados en el material de la cantera de Cangrejal. Estos resultados nos permitirán evaluar la calidad del material de cantera y determinar si es adecuado para su uso en el proyecto. Para obtener información detallada sobre los ensayos, se adjuntó los resultados en el Anexo N°05.

Estudio de Suministro de Agua

Se han identificado una fuente de agua para abastecer las necesidades de la obra, la cual corresponde a la Quebrada Congona y está ubicada en el km 00+980 de la vía a ejecutar. La información del ensayo se presenta en el Anexo N° 06.

FIGURA 4.9. **Quebrada Congona**



Fuente: Propia

Estudio de Botaderos

Después de completar el diseño geométrico y el presupuesto, se identificó un volumen de material excedente que requería ser eliminado. Para abordar esta necesidad, se determinó la ubicación de un botadero, que se encuentra a una distancia de 1.5 kilómetros desde el inicio del proyecto.

DISEÑO GEOMÉTRICO

Clasificación de la Carretera

Clasificación por demanda

Debido a que el IMDA es de 111 vehículos por día, la infraestructura se clasifica como una Trocha Carrozable, ya que el IMDA se encuentra por debajo de los 200 vehículos por día, que es el umbral de clasificación. En consecuencia, la superficie de rodadura se diseñará a nivel de afirmado, siguiendo las especificaciones típicas para este tipo de vías.

Clasificación por orografía

La carretera se clasifica como terreno ondulado (tipo 2) debido a las pendientes transversales que oscilan entre 11% y 50%. En algunos tramos, estas pendientes

superan el 50%, lo que la califica como terreno accidentado (tipo 3). La presencia de estos dos tipos de terreno en el trazado de la carretera plantea desafíos en la planificación longitudinal y requiere la reducción de pendientes, lo que conlleva un movimiento de tierras de moderada magnitud. Estos aspectos se reflejarán en las secciones transversales del diseño de la carretera.

Diseño del Alineamiento Horizontal

Velocidad de Diseño

De acuerdo con la clasificación del terreno, se establece una velocidad de diseño de 30 km/h. Esto se basa en las condiciones del terreno ondulado y, en algunos tramos, accidentados de la carretera, como se indica en la tabla correspondiente.

CUADRO 4.25. Velocidad de diseño 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: DG – 2018, MTC

Radio mínimo de las curvas horizontales

Se refieren a los radios más pequeños que pueden recorrerse con seguridad a la velocidad de diseño establecida. Estos radios aseguran que los vehículos puedan navegar las curvas de la carretera de manera segura y sin problemas.

TABLA 4.1. Verificación de Radios mínimos

2. RADIO DE CURVATURA		
SEGÚN DG-2018		
Vel-diseño	30	km/h
Peralte max	0.08	%
fricción max	0.17	
Rmin =	28.35	m
SEGÚN DG-2014		
Rmin =	12.8	m
Según vehículo de diseño (C2)		

RADIOS DE CURVATURA MÍNIMOS: SEGÚN VELOCIDAD DE DISEÑO		
Nº CURVA	RADIO - CIVIL 3D	VERIFICACIÓN
PI-1	200	CUMPLE
PI-2	200	CUMPLE
PI-3	200	CUMPLE
PI-4	190	CUMPLE
PI-5	190	CUMPLE
PI-6	190	CUMPLE
PI-7	145	CUMPLE
PI-8	145	CUMPLE
PI-9	145	CUMPLE
PI-10	145	CUMPLE
PI-11	145	CUMPLE
PI-12	145	CUMPLE
PI-13	145	CUMPLE
PI-14	145	CUMPLE
PI-15	145	CUMPLE
PI-16	145	CUMPLE
PI-17	50	CUMPLE
PI-18	50	CUMPLE
PI-19	50	CUMPLE
PI-20	120	CUMPLE
PI-21	250	CUMPLE
PI-22	700	CUMPLE
PI-23	130	CUMPLE
PI-24	60	CUMPLE
PI-25	180	CUMPLE
PI-26	200	CUMPLE
PI-27	780	CUMPLE
PI-28	160	CUMPLE
PI-29	70	CUMPLE
PI-30	50	CUMPLE
PI-31	40	CUMPLE
PI-32	95	CUMPLE
PI-33	90	CUMPLE
PI-34	60	CUMPLE
PI-35	85	CUMPLE
PI-36	50	CUMPLE
PI-37	60	CUMPLE
PI-38	40	CUMPLE
PI-39	30	CUMPLE

302.04.02 Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (P_{\max} + f_{\max})}$$

Tabla 302.02
Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)	
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35	
	40	4.00	0.17	60.0	60	
	50	4.00	0.16	98.4	100	
	60	4.00	0.15	149.2	150	
	70	4.00	0.14	214.3	215	
	80	4.00	0.14	280.0	280	
	90	4.00	0.13	375.2	375	
	100	4.00	0.12	492.10	495	
	110	4.00	0.11	635.2	635	
	120	4.00	0.09	872.2	875	
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110	
	Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
		40	6.00	0.17	54.8	55
50		6.00	0.16	89.5	90	
60		6.00	0.15	135.0	135	
70		6.00	0.14	192.9	195	
80		6.00	0.14	252.9	255	
90		6.00	0.13	335.9	335	
100		6.00	0.12	437.4	440	
110		6.00	0.11	560.4	560	
120		6.00	0.09	755.9	755	
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30	
	40	8.00	0.17	50.4	50	
	50	8.00	0.16	82.0	85	
	60	8.00	0.15	123.2	125	
	70	8.00	0.14	175.4	175	
	80	8.00	0.14	229.1	230	
	90	8.00	0.13	303.7	305	
	100	8.00	0.12	393.7	395	
	110	8.00	0.11	501.5	500	
	120	8.00	0.09	667.0	670	
	130	8.00	0.08	831.7	835	
	Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
		40	12.00	0.17	43.4	45
50		12.00	0.16	70.3	70	
60		12.00	0.15	105.0	105	
70		12.00	0.14	148.4	150	
80		12.00	0.14	193.8	195	
90		12.00	0.13	255.1	255	
100		12.00	0.12	328.1	330	
110		12.00	0.11	414.2	415	
120		12.00	0.09	539.9	540	
130	12.00	0.08	665.4	665		

Fuente: Propia

Tramos en Tangente

El Manual DG - 2018 establece pautas acerca de las extensiones permitidas y óptimas para los segmentos rectos en función de la velocidad de diseño. La tabla siguiente ilustra estos criterios.

TABLA 4.2. Longitud y verificación de tramos en tangente

1. TRAMOS EN TANGENTE

V (km/h)	L mín.a (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

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la Tabla 302.01, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{\text{mín.a}} = 1,39 V$$

$$L_{\text{mín.o}} = 2,78 V$$

$$L_{\text{máx.}} = 16,70 V$$

Lmín.a=	42
Lmín.o=	84
Lmax=	501

TRAMO TANGENTE	Dirección de curva	Longitud tangente	Verificación
T-1	I	279.34	CUMPLE
T-2	D	259.87	CUMPLE
T-3	I	327.49	CUMPLE
T-4	D	102.24	CUMPLE
T-5	D	137.05	CUMPLE
T-6	D	105.36	CUMPLE
T-7	D	116.09	CUMPLE
T-8	D	208.67	CUMPLE
T-9	I	85.35	CUMPLE
T-10	I	167.29	CUMPLE
T-11	D	140.12	CUMPLE
T-12	I	255.43	CUMPLE
T-13	D	151.9	CUMPLE
T-14	I	173.45	CUMPLE
T-15	D	148.03	CUMPLE
T-16	D	378.89	CUMPLE
T-17	I	63.47	CUMPLE
T-18	D	44.31	CUMPLE
T-19	D	148.51	CUMPLE
T-20	D	420.44	CUMPLE
T-21	I	268.81	CUMPLE
T-22	D	187.68	CUMPLE
T-23	D	282.44	CUMPLE
T-24	D	291.52	CUMPLE
T-25	D	180.81	CUMPLE
T-26	I	65.99	CUMPLE
T-27	D	205.47	CUMPLE
T-28	D	265.57	CUMPLE
T-29	I	135.82	CUMPLE
T-30	D	120.51	CUMPLE
T-31	D	35.98	ERROR
T-32	I	71.36	CUMPLE
T-33	I	293.5	CUMPLE
T-34	D	176.98	CUMPLE
T-35	I	167.34	CUMPLE
T-36	D	83.44	CUMPLE
T-37	I	78.13	CUMPLE
T-38	D	89.29	CUMPLE
T-39	I	44.99	CUMPLE
T-40	I	105.04	CUMPLE

Fuente: Propia

Curvas Circulares

Las curvas circulares son segmentos de la carretera que adoptan una forma curva y se diseñan para facilitar giros suaves y seguros. Estas curvas tienen un radio mínimo y un peralte adecuado para mantener la estabilidad de los vehículos a la velocidad prevista. El radio mínimo de curvatura varía según la velocidad de diseño y otros factores.

TABLA 4.3. Diseño de curvas

DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA

1. CURVAS CIRCULARES

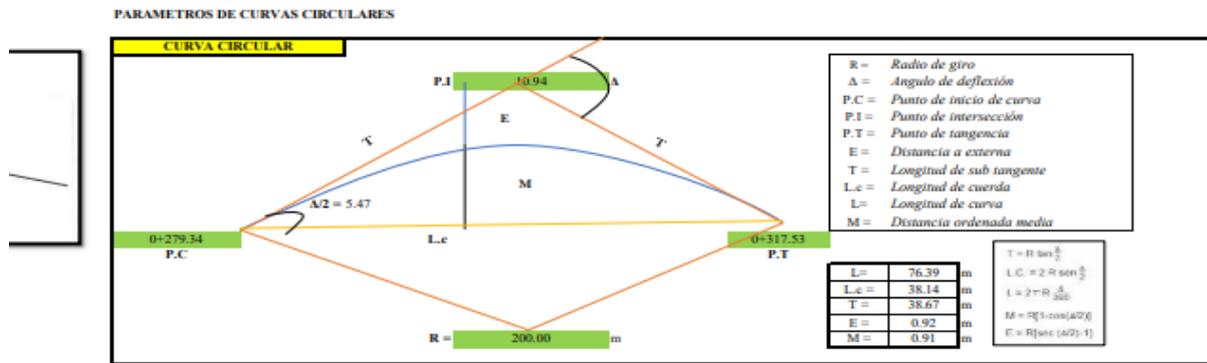


TABLA DE PARAMETROS DE CURVAS HORIZONTALES - CIRCULARES

CURVA	P.C	P.I	P.T	R	Δ/2	L (m)	L _c (m)	T (m)	E (m)	M (m)
PI-1	0+279.34	0+298.50	0+317.53	200	5.47	38.19	38.14	19.16	0.92	0.91
PI-2	0+577.40	0+597.99	0+618.43	200	5.88	41.03	40.95	20.58	1.06	1.05
PI-3	0+945.92	0+962.51	0+979.02	200	4.74	33.11	33.07	16.59	0.69	0.68
PI-4	1+081.26	1+149.68	1+212.61	190	19.80	131.35	128.75	68.42	11.94	11.24
PI-5	1+349.66	1+428.51	1+499.15	190	22.54	149.49	145.66	78.85	15.71	14.51
PI-6	1+604.51	1+651.84	1+697.28	190	13.99	92.77	91.86	47.33	5.81	5.63
PI-7	1+813.36	1+891.14	1+956.13	145	28.21	142.77	137.08	77.77	19.54	17.22
PI-8	2+164.80	2+178.30	2+191.73	145	5.32	26.93	26.89	13.50	0.63	0.62
PI-9	2+277.08	2+315.86	2+352.87	145	14.97	75.79	74.93	38.78	5.10	4.92
PI-10	2+520.16	2+554.04	2+586.73	145	13.16	66.58	66.00	33.89	3.91	3.81
PI-11	2+726.86	2+745.09	2+763.12	145	7.16	36.26	36.17	18.23	1.14	1.13
PI-12	3+018.56	3+040.02	3+061.18	145	8.42	42.62	42.47	21.47	1.58	1.56
PI-13	3+213.08	3+244.97	3+275.85	145	12.40	62.77	62.28	31.88	3.46	3.38
PI-14	3+449.30	3+481.53	3+512.73	145	12.53	63.43	62.92	32.23	3.54	3.45
PI-15	3+660.76	3+683.90	3+706.66	145	9.07	45.91	45.72	23.16	1.84	1.81
PI-16	4+085.56	4+105.46	4+125.12	145	7.82	39.56	39.43	19.90	1.36	1.35
PI-17	4+188.59	4+204.44	4+219.28	50	17.59	30.69	30.21	15.85	2.45	2.34
PI-18	4+263.59	4+289.40	4+311.25	50	27.31	47.66	45.87	25.81	6.27	5.57
PI-19	4+459.76	4+467.23	4+474.60	50	8.51	14.84	14.79	7.48	0.56	0.55
PI-20	4+895.04	4+930.37	4+963.76	120	16.41	68.72	67.78	35.33	5.09	4.89
PI-21	5+232.57	5+253.93	5+275.18	250	4.88	42.61	42.56	21.36	0.91	0.91
PI-22	5+462.86	5+501.30	5+539.66	700	3.14	76.80	76.76	38.44	1.05	1.05
PI-23	5+822.10	5+847.25	5+871.78	130	10.95	49.68	49.38	25.16	2.41	2.37
PI-24	6+163.30	6+199.73	6+228.78	60	31.26	65.47	62.27	36.42	10.19	8.71
PI-25	6+409.58	6+436.03	6+462.11	180	8.36	52.52	52.34	26.45	1.93	1.91
PI-26	6+528.10	6+587.18	6+642.98	200	16.46	114.88	113.31	59.08	8.54	8.19
PI-27	6+848.46	6+906.13	6+963.59	780	4.23	116.13	115.03	57.67	2.13	2.12
PI-28	7+229.16	7+254.28	7+279.00	160	8.92	49.84	49.64	25.12	1.96	1.94
PI-29	7+414.81	7+472.90	7+511.78	70	39.68	96.97	89.40	58.08	20.96	16.13
PI-30	7+632.29	7+659.43	7+682.01	50	28.49	49.72	47.70	27.14	6.89	6.05
PI-31	7+718.00	7+750.99	7+773.18	40	39.52	55.18	50.91	33.00	11.85	9.14
PI-32	7+844.53	7+882.61	7+916.97	95	21.84	72.43	70.69	38.08	7.35	6.82
PI-33	8+210.47	8+249.19	8+283.60	90	23.28	73.13	71.14	38.72	7.98	7.33
PI-34	8+460.58	8+492.10	8+518.62	60	27.71	58.04	55.81	31.52	7.78	6.88

Fuente: Propia

Transición de Peralte

El peralte hace referencia a la inclinación lateral de la carretera en las curvas y se emplea para compensar la fuerza centrífuga que afecta a los vehículos cuando transitan por las curvas. La transición de peralte se planifica considerando los valores particulares que deben mantenerse según el peralte de la curva.

Sobreebancho

El sobreebancho se describe como la extensión adicional de ancho que se incorpora en la carretera, particularmente en áreas de curvas y pendientes, con el propósito de proporcionar un margen de seguridad y espacio adicional para

maniobras de vehículos. Agregar este espacio extra es esencial para asegurar la seguridad y la comodidad de los conductores, así como para prevenir accidentes en las carreteras.

TABLA 4.4. **Diseño de Peralte, sobreebanco.**

2. DISEÑO DE PERALTES, SOBREEBANCO, TRANSICIÓN DE PERALTES

CALCULO DEL SOBREEBANCO, PERALTE Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICION					
Nº CURVA	RADIO - CIVIL 3D	SOBREEBANCO	PERALTE (%)	Lt P	L Sa
PI-1	200.00	0.55	3.20%	0.10	0.10
PI-2	200.00	0.55	3.20%	0.10	0.10
PI-3	200.00	0.55	3.20%	0.10	0.10
PI-4	190.00	0.58	3.30%	0.11	0.11
PI-5	190.00	0.58	3.30%	0.11	0.11
PI-6	190.00	0.58	3.30%	0.11	0.11
PI-7	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-8	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-9	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-10	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-11	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-12	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-13	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-14	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-15	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-16	145.00	0.72	4.00%	0.12	0.12
PI-17	50.00	1.79	6.60%	0.16	0.16
PI-18	50.00	1.79	6.60%	0.16	0.16
PI-19	50.00	1.79	6.60%	0.16	0.16
PI-20	120.00	0.84	4.80%	0.13	0.13
PI-21	250.00	0.46	2.50%	0.09	0.09
PI-22	700.00	0.21	0.90%	0.07	0.07
PI-23	130.00	0.79	3.50%	0.11	0.11
PI-24	60.00	1.53	6.30%	0.16	0.16
PI-25	180.00	0.60	3.30%	0.11	0.11
PI-26	200.00	0.55	3.20%	0.10	0.10
PI-27	780.00	0.19	0.80%	0.06	0.06
PI-28	160.00	0.66	3.70%	0.11	0.11
PI-29	70.00	1.33	5.80%	0.15	0.15
PI-30	50.00	1.79	6.60%	0.16	0.16
PI-31	40.00	2.19	7.40%	0.17	0.17
PI-32	95.00	1.03	4.95%	0.13	0.13
PI-33	90.00	1.07	4.90%	0.13	0.13
PI-34	60.00	1.53	6.50%	0.16	0.16
PI-35	85.00	1.13	4.80%	0.13	0.13
PI-36	50.00	1.79	6.60%	0.16	0.16
PI-37	60.00	1.53	6.50%	0.16	0.16
PI-38	40.00	2.19	7.40%	0.17	0.17
PI-39	30.00	2.86	7.90%	0.18	0.18

Fuente: Propia

Curvas de transición en espiral

Las curvas de transición en espiral, representan secciones de carreteras planificadas para facilitar una transición gradual y suave entre tramos rectos y curvas en una vía. Estas se implementan con el propósito de garantizar que los conductores puedan ajustar su velocidad de forma segura al entrar o salir de una curva, evitando cambios bruscos en la dirección.

En algunas curvas horizontales, es posible optar por prescindir del diseño de una curva en espiral, y esta decisión depende de la Velocidad Directriz y del Radio.

CUADRO 4.26. **Prescindir del diseño de curvas espirales**

Tabla 302. 11 B
Radios que permiten prescindir 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: DG-2018

Este cuadro presenta las condiciones bajo las cuales se puede omitir la curva de transición en función del peralte y la velocidad de diseño

CUADRO 4.27. **Prescindir del diseño de curvas espirales**

Caso	Condiciones para Omitir la Curva de Transición
Si el Radio requiere $P > 3\%$	Usar curva de transición
Si el Radio requiere $P < 3\%$ y $V < 100$ km/h	Prescindir de la curva de transición
Si el Radio requiere $P < 2.5\%$ y $V \geq 110$ km/h	Prescindir de la curva de transición

Fuente: Propia

TABLA 4.5. Verificación de curvas espirales

DATOS					
	P=	3%			
	Rm=	55			
	Vd=	30			
VERIFICACION DE CURVAS DE TRANSICIÓN					
Nº CURVA	RADIO - CIVIL 3D	PERALTE (%)	P>3%	Radio Mínimo	CONSIDERAR
PI-1	200.00	3.20%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-2	200.00	3.20%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-3	200.00	3.20%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-4	190.00	3.30%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-5	190.00	3.30%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-6	190.00	3.30%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-7	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-8	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-9	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-10	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-11	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-12	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-13	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-14	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-15	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-16	145.00	4.00%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-17	60.00	6.60%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-18	60.00	6.60%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-19	60.00	6.60%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-20	120.00	4.80%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-21	250.00	2.50%	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-22	700.00	0.90%	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-23	130.00	3.50%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-24	60.00	6.30%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-25	180.00	3.30%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-26	200.00	3.20%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-27	780.00	0.80%	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-28	160.00	3.70%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-29	70.00	5.80%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-30	55.00	6.60%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-31	55.00	7.40%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-32	95.00	4.95%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-33	90.00	4.90%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-34	60.00	6.50%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-35	85.00	4.80%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-36	50.00	6.60%	CUMPLE	CUMPLE	SI
PI-37	60.00	6.50%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-38	60.00	7.40%	CUMPLE	NO CUMPLE	NO
PI-39	30.00	7.90%	CUMPLE	CUMPLE	SI

Fuente: Propia

Diseño Geométrico de la subrasante

Pendiente

Pendiente Máxima y mínima

Se ha fijado una pendiente máxima del 6%, como se estipula en las regulaciones, y en circunstancias excepcionales, se podría permitir una pendiente máxima de hasta el 8%. En cuanto a la pendiente mínima, se ha establecido en un 0.5%, con una pendiente mínima excepcional de 0.35%. Estos valores son esenciales para

asegurar un diseño apropiado de la carretera y cumplir con los estándares de seguridad y funcionalidad.

TABLA 4.6. Verificación de pendientes

DISEÑO EN PERFIL			
1. VERIFICACION DE PENDIENTES			
Smax=	6.00%	Smin=	0.50%
Smax excepcionales=	8.00%	Smin excepcionales=	0.35%
PENDIENTES LONGITUDINALES			
Nº PIV	S	VERIFICACIÓN	
PI: 1	1.44%	CUMPLE	
PI: 2	0.51%	CUMPLE	
PI: 3	0.62%	CUMPLE	
PI: 4	0.50%	CUMPLE	
PI: 5	0.88%	CUMPLE	
PI: 6	0.71%	CUMPLE	
PI: 7	0.50%	CUMPLE	
PI: 8	1.10%	CUMPLE	
PI: 9	0.64%	CUMPLE	
PI: 10	0.53%	CUMPLE	
PI: 11	1.40%	CUMPLE	
PI: 12	1.40%	CUMPLE	
PI: 13	0.41%	CUMPLE	
PI: 14	2.89%	CUMPLE	
PI: 15	0.52%	CUMPLE	
PI: 16	2.07%	CUMPLE	
PI: 17	3.33%	CUMPLE	
PI: 18	0.52%	CUMPLE	
PI: 19	1.41%	CUMPLE	
PI: 20	1.00%	CUMPLE	
PI: 21	0.38%	CUMPLE	
PI: 22	2.40%	CUMPLE	
PI: 23	2.02%	CUMPLE	
PI: 24	0.81%	CUMPLE	
PI: 25	0.85%	CUMPLE	
PI: 26	1.18%	CUMPLE	
PI: 27	3.69%	CUMPLE	
PI: 28	0.99%	CUMPLE	
PI: 29	2.88%	CUMPLE	
PI: 30	6.38%	CUMPLE	
PI: 31	1.07%	CUMPLE	
PI: 32	1.57%	CUMPLE	
PI: 33	6.72%	CUMPLE	
PI: 34	5.72%	CUMPLE	
PI: 35	4.01%	CUMPLE	

Fuente: Propia

Curvas Verticales

En el DG-20018, se presenta un índice K utilizado para determinar la longitud de las curvas cóncavas y convexas en carreteras de Tercera Clase. A pesar de que no existen valores específicos para Trochas Carrozables, este índice se ha tenido en cuenta en el proyecto en cuestión.

TABLA 4.7. Verificación longitud mínima de curvas verticales

2. LONGITUDES DE CURVA VERTICAL				Long. Curva vertical	35.00
LONGITUD MINIMA DE CURVAS VERTICALES					
N° CURVA	LONG. CURVA	TIPO CURVA	A (A%)	VERIFICACION	
PIV: 1	80.00	Convexa	0.93%	CUMPLE	
PIV: 2	60.00	Concava	0.11%	CUMPLE	
PIV: 3	80.00	Concava	0.12%	CUMPLE	
PIV: 4	100.00	Convexa	0.38%	CUMPLE	
PIV: 5	100.00	Concava	0.17%	CUMPLE	
PIV: 6	80.00	Convexa	0.21%	CUMPLE	
PIV: 7	80.00	Concava	0.60%	CUMPLE	
PIV: 8	100.00	Concava	0.46%	CUMPLE	
PIV: 9	100.00	Convexa	0.11%	CUMPLE	
PIV: 10	80.00	Concava	0.87%	CUMPLE	
PIV: 11	100.00	Concava	0.00%	CUMPLE	
PIV: 12	120.00	Convexa	0.99%	CUMPLE	
PIV: 13	100.00	Convexa	2.48%	CUMPLE	
PIV: 14	100.00	Concava	2.37%	CUMPLE	
PIV: 15	80.00	Concava	1.55%	CUMPLE	
PIV: 16	250.00	Convexa	1.26%	CUMPLE	
PIV: 17	70.00	Concava	2.81%	CUMPLE	
PIV: 18	80.00	Concava	0.89%	CUMPLE	
PIV: 19	90.00	Convexa	0.41%	CUMPLE	
PIV: 20	80.00	Concava	0.62%	CUMPLE	
PIV: 21	80.00	Concava	2.02%	CUMPLE	
PIV: 22	150.00	Convexa	0.38%	CUMPLE	
PIV: 23	80.00	Concava	1.21%	CUMPLE	
PIV: 24	120.00	Convexa	0.04%	CUMPLE	
PIV: 25	150.00	Concava	0.33%	CUMPLE	
PIV: 26	100.00	Concava	2.51%	CUMPLE	
PIV: 27	100.00	Convexa	2.70%	CUMPLE	
PIV: 28	150.00	Concava	1.89%	CUMPLE	
PIV: 29	150.00	Convexa	3.50%	CUMPLE	
PIV: 30	150.00	Concava	5.31%	CUMPLE	
PIV: 31	75.00	Convexa	0.50%	CUMPLE	
PIV: 32	80.00	Concava	5.15%	CUMPLE	
PIV: 33	150.00	Convexa	1.00%	CUMPLE	
PIV: 34	90.00	Concava	1.71%	CUMPLE	

Tabla 303.03
Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical
cóncava en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: Propia

Diseño Geométrico de la Sección Transversal

Ancho de Calzada

El ancho de la calzada en carreteras de tercera clase excepcional, conforme a las normativas, se ha establecido en 5.00 metros.

Bermas

Ancho e inclinación de Berma

El ancho de las bermas se establecerá en un mínimo de 0.50 metros, especialmente para velocidades de 30 km/h. En cuanto a la inclinación de las bermas, se consideró un 4% de inclinación, de acuerdo con las especificaciones para carreteras de afirmado.

Bombeo

Es necesario que las calzadas cuenten con una inclinación transversal mínima para facilitar el drenaje de las aguas superficiales. La magnitud de este bombeo variará en función del tipo de superficie de la vía y los niveles de precipitación de la región. Por lo que en este proyecto se está asumiendo un bombeo de 3%.

Ensanche de Plataforma

Conforme a las regulaciones, cuando las bermas de las carreteras tienen un ancho inferior a 2.6 metros, es necesario implementar medidas de seguridad vial que contemplan lugares de ensanche de plataforma a ambos lados de la carretera en intervalos regulares. Las dimensiones de estas áreas y la distancia entre cada ensanche dependerán de las características topográficas del terreno. En el caso de este proyecto, que se desarrolla en un terreno ondulado, se han planificado ensanches cada 2000 metros, con dimensiones de 30 m. de largo y 3 m. de ancho.

Taludes de corte y relleno

Siguiendo las indicaciones proporcionadas en el manual de carreteras, los taludes de corte y relleno se adaptan en función de la clasificación de los materiales presentes en el proyecto. Para alturas de corte superiores a 5 metros, pero inferiores a 10 metros, se empleará un talud de corte con una relación de 1:1. En cuanto a los taludes de relleno con alturas menores a 5 metros, se utilizará una relación de 1:1.5. Estas relaciones se aplicarán en el diseño del proyecto, garantizando la estabilidad y seguridad de las estructuras viales de acuerdo a las características del terreno y los materiales.

TABLA 4.8. Resumen de información recopilada

CUADRO RESUMEN DE SECCIÓN TRANSVERSAL		
ANCHO DE CALZADA	Carretera tercera clase(T4)	5
ANCHO DE BERMA	Carretera tercera clase(T4)	0.5 m
INCLINACIÓN DE BERMA	Grava o afirmado	4%
BOMBEO DE CALZADA	afirmado	3.00%
ENSANCHE DE PLATAFORMA	orografía ondulada	2000 m

Fuente: Propia

DISEÑO DEL PAVIMENTO

TABLA 4.9. Cálculo del ESAL

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES						
DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES						
TIPO DE VEHICULO	Nº VEH/DIA	Nº VEH/AÑO	F.C	ESAL EN EL CARRIL DE DISEÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO	ESAL diseño
AUTOS Y COMBIS	19	6935	0.0001	0.6935	11.84	8.21
CAMION C2	4.5	1642.5	3.42	5617.35	11.84	66511.70
TOTAL	23.50	8577.50		5618.04		66,519.91

$r_p =$	0.62	Tasa de Crecimiento Anual de	(para vehículos de pasajeros)
$r_c =$	3.42	Tasa de Crecimiento Anual del PBI	(para vehículos de carga)

Fuente: Propia

Nrep de EE (8.2tn) = 66,519.91 EE

Los datos obtenidos del estudio de suelos para C.B.R. son los siguientes:

TABLA 4.10. Resumen de C.B.R.

RESUMEN PARA CBR > 6%		
DATOS DE CALICATAS		RESULTADOS DE ENSAYOS
CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR (%)
1	1.50 m	6.80%
3	1.50 m	7.00%
4	1.50 m	7.10%
5	1.50 m	6.80%
7	1.50 m	8.10%
8	1.50 m	7.00%
9	1.50 m	8.00%
PROMEDIO CBR%=		7.26%

RESUMEN PARA CBR < 6%		
DATOS DE CALICATAS		RESULTADOS DE ENSAYOS
CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR (%)
2	1.50 m	4.90%
6	1.50 m	5.50%
10	1.50 m	5.40%
PROMEDIO CBR%=		5.27%

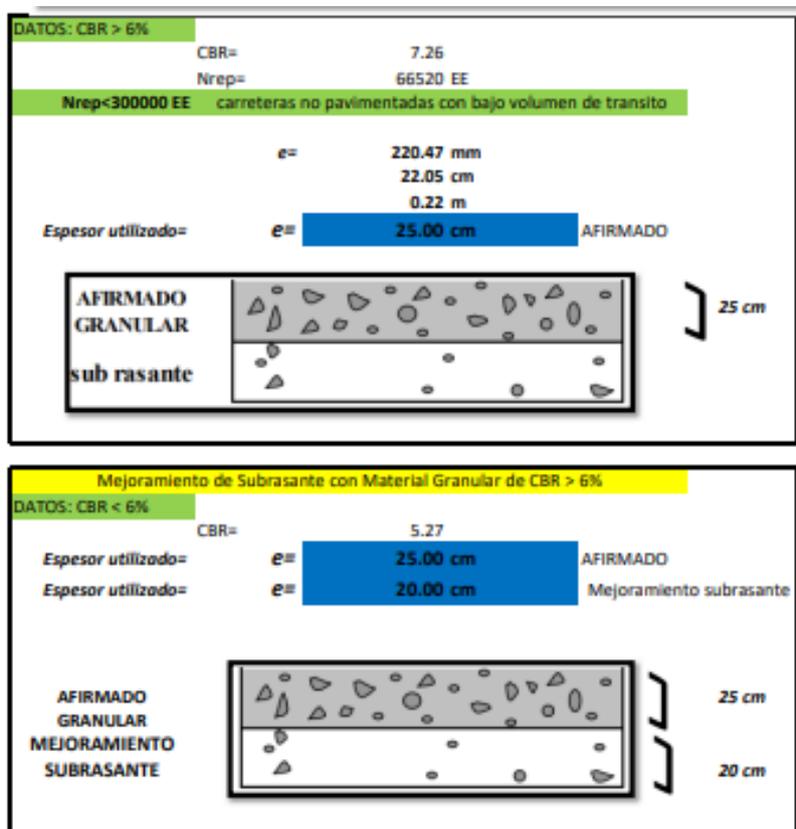
a = espesor de la capa de afirmado en mm.
 CBR = valor del CBR de la subrasante.
 Nrep = número de repeticiones de EE para el centil de diseño.

Fuente: Propia

Se han observado dos categorías de suelos en la zona del proyecto. Uno de estos suelos exhibe un C.B.R. (Índice de Soporte California) superior al 6%, lo que permitirá calcular el espesor necesario para el pavimento. En cambio, el segundo tipo de suelo muestra un C.B.R. inferior al 6%, indicando que se trata de suelos de calidad deficiente que requerirán mejoras en la subrasante para garantizar la estabilidad de la carretera.

Espesor del Pavimento

TABLA 4.11. Cálculo del espesor

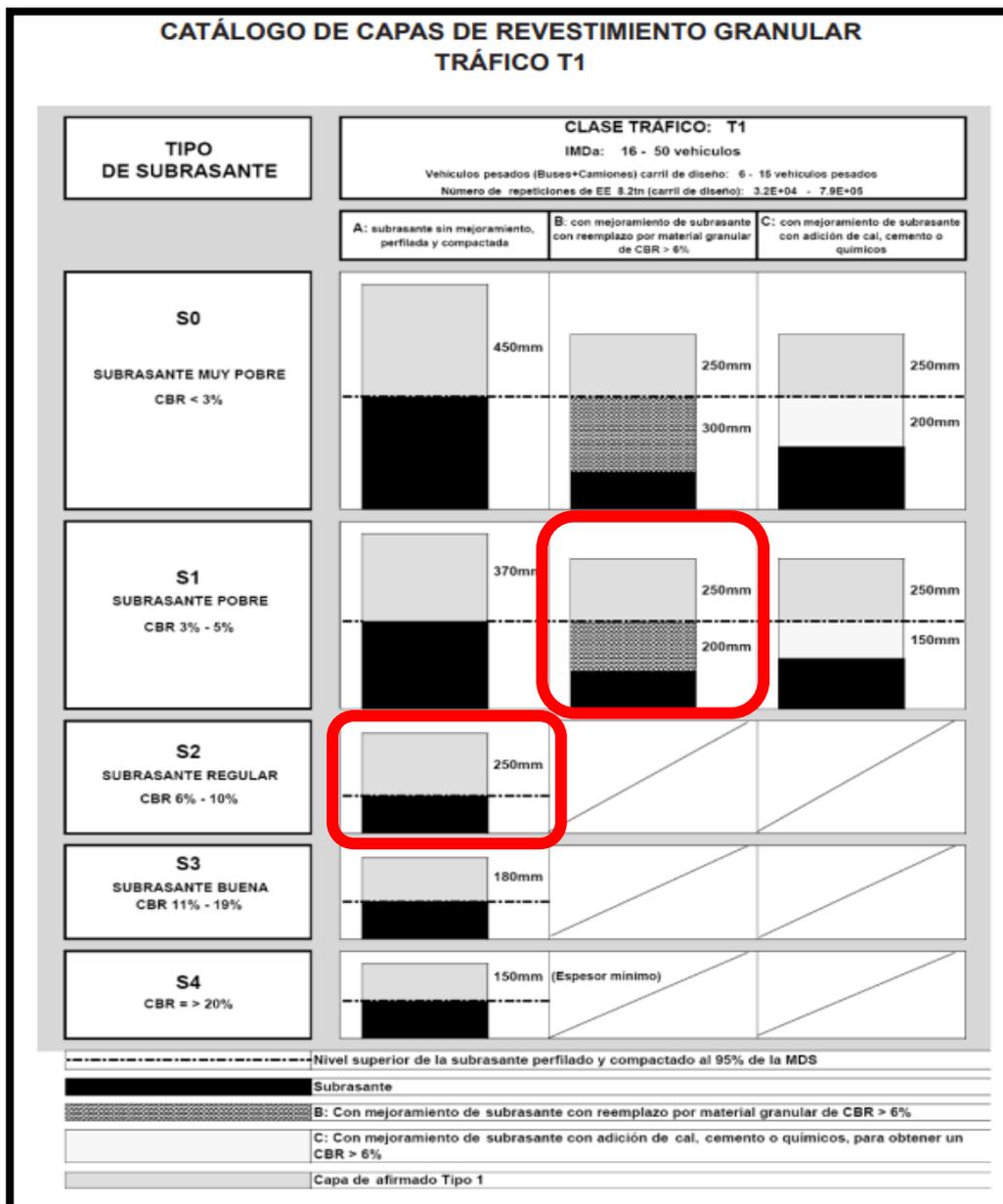


Fuente: Propia

Los resultados arrojados indican que para los suelos con un C.B.R. superior al 6%, el espesor del afirmado es de 25 cm y se aplica directamente sobre la subrasante. Sin embargo, cuando se trata de suelos con un C.B.R. inferior al 6%, se está considerando una estructura de dos capas. La primera capa comprende un afirmado con un espesor de 25 cm, seguido por una segunda capa destinada a mejorar la subrasante, que involucra la sustitución del material granular por uno con un C.B.R. mayor al 6% y un espesor de 20 cm. Este enfoque cumple con las pautas establecidas en el catálogo de capas de tráfico T-1 del manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tráfico.

A continuación, se muestra el catálogo que se utilizó como referencia para determinar el espesor de la capa de mejoramiento de subrasante:

CUADRO 4.28. Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T-1



Fuente: Diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tráfico.

Estabilización de la Base Granular

En el contexto de las carreteras no pavimentadas, la inestabilidad del suelo es un desafío importante. Se abordan estas cuestiones a través de dos enfoques de estabilización: uno de naturaleza mecánica que se basa en la compactación y la mejora de la estructura de la capa de rodadura, y otro que implica el uso de productos químicos no tóxicos para mejorar el comportamiento de la carretera en servicio. Además, se reconoce la importancia de un mantenimiento adecuado para minimizar los daños comunes observados en estos caminos, como baches, pérdida de material grueso y

emisión de polvo, especialmente en áreas cercanas a comunidades y zonas de cultivo. En el proyecto se aplicarán dos tipos de estabilización: la estabilización física, que se centra en garantizar la calidad de la granulometría del material, utilizando afirmado de la Cantera Cangrejal, y la estabilización química, que empleará el aditivo TERRAZYME para modificar las propiedades del suelo y lograr la estabilidad deseada.

TERRAZYME

Este aditivo, derivado de extractos naturales de plantas, se destaca por su amigabilidad con el entorno. Su función principal consiste en interactuar con las partículas cohesivas del suelo seleccionado, mejorando progresivamente sus propiedades de resistencia. A medida que transcurre el tiempo, este proceso conlleva la reducción de la permeabilidad y plasticidad en suelos arcillosos, así como el aumento de los límites de resistencia en todas las partículas cohesivas. Estos incrementos en conjunto contribuyen a estabilizar el suelo y a reducir los daños y deformaciones habituales provocados por condiciones húmedas en los suelos. En resumen, este aditivo funciona eficazmente como un catalizador que acelera y fortalece la unión del material elegido para la capa de rodadura, generando una capa densa, cohesionada y estable que aumenta su resistencia con el tiempo.

Datos de la presentación: El producto se encuentra en envases de 20 litros.

Rendimiento: Un litro del aditivo es suficiente para estabilizar aproximadamente 33 metros cúbicos de material suelto.

Dilución: La dilución se realiza en agua con una proporción de 1:500 para suelos húmedos y 1:2000 para suelos secos.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICA Y DRENAJE

Precipitación

Para llevar a cabo el estudio hidrológico del proyecto, se utilizaron los datos de precipitación máxima en 24 horas registrados en la Estación PLU "Magunchal". Estos datos abarcan una serie de 25 años, desde 1990 hasta 2014, y proporcionan información sobre las precipitaciones máximas en un período de 24 horas.

CUADRO 4.29. Precipitación máxima en 24 horas (mm) estación Magunchal.

"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO POMACOCHAS, DISTRITO DE LA FLORIDA, PROVINCIA DE BONGARA, DEPARTAMENTO AMAZONAS" Estación: MAGUNCHAL , Tipo Convencional - Meteorológica													
Departamento: Amazonas			Provincia: Utcubamba			Distrito: Jamalca			Período : 1990-2014				
Latitud: 5° 53' Sur			Longitud: 78° 11' Oeste			Altitud: 632 m.s.n.m.							
Código: 105046			Tipo: Convencional - Meteorológica										
AÑO	MESES												P max de 24h (mm)
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1990	87.20	79.60	63.00	34.50	101.20	0.00	0.00	0.00	0.00	60.90	124.60	87.30	124.60
1991	28.80	61.80	8.50	4.40	9.20	44.50	0.00	0.00	21.40	62.10	73.90	35.90	73.90
1992	14.80	38.50	110.20	130.20	0.00	0.00	17.30	1.60	20.90	22.60	23.20	19.40	130.20
1993	65.80	36.80	220.20	115.70	36.60	8.80	13.70	0.00	34.50	99.00	125.10	76.10	220.20
1994	96.60	66.80	64.40	145.80	16.80	33.20	13.70	5.00	27.90	6.00	59.30	105.40	145.80
1995	16.80	64.40	99.70	39.70	11.10	4.10	4.30	0.00	14.90	110.10	92.70	185.90	185.90
1996	101.20	55.20	98.60	51.50	26.30	31.60	0.80	25.30	44.20	56.10	68.20	53.90	101.20
1997	54.00	162.20	71.40	103.50	18.80	20.00	5.40	7.40	15.10	31.60	100.60	75.80	162.20
1998	141.90	164.60	171.30	147.50	10.20	15.30	0.00	26.40	25.70	178.60	239.10	84.90	239.10
1999	87.60	211.20	135.90	17.00	41.00	77.30	13.60	29.50	71.10	79.40	92.00	75.80	211.20
2000	67.80	149.50	180.70	95.30	122.80	122.80	26.90	38.10	45.50	3.30	26.50	82.70	180.70
2001	128.90	51.10	123.40	85.60	64.90	7.60	22.40	11.30	34.10	111.10	128.80	91.60	128.90
2002	44.60	61.70	47.70	119.40	157.60	8.60	62.00	0.00	119.40	156.80	101.30	74.30	157.60
2003	58.10	62.20	165.00	56.30	49.00	26.10	3.20	20.20	25.70	55.40	106.10	131.80	165.00
2004	34.40	57.70	83.70	79.20	30.20	9.40	11.80	7.40	52.80	71.20	221.00	140.70	221.00
2005	51.60	112.30	96.30	108.30	33.40	32.00	5.90	8.40	16.80	122.20	37.80	155.90	155.90
2006	95.80	168.20	195.70	105.90	10.70	39.80	21.50	7.70	25.80	90.40	42.50	136.70	195.70
2007	74.40	57.50	138.70	71.70	63.10	6.50	37.00	18.60	9.60	142.80	151.30	104.50	151.30
2008	159.70	305.10	118.50	41.50	86.20	39.00	17.00	9.50	19.30	57.60	103.60	48.80	305.10
2009	259.50	122.80	115.70	133.50	52.30	35.90	8.10	25.60	17.10	33.10	64.40	97.60	259.50
2010	18.50	143.50	55.60	69.30	60.70	4.60	33.80	5.00	32.30	106.80	206.40	146.00	206.40
2011	100.60	213.00	137.00	94.50	37.60	11.70	46.30	15.20	16.90	57.70	196.90	226.40	226.40
2012	146.10	149.20	126.80	157.40	19.70	4.80	2.50	0.00	34.00	56.60	81.70	113.80	157.40
2013	81.40	55.80	123.30	36.80	94.20	13.10	13.40	38.20	39.70	102.70	12.50	65.30	123.30
2014	0.00	0.00	0.00	44.00	143.40	25.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	143.40

Fuente: Propia

Análisis estadístico

El propósito del análisis estadístico de los datos de precipitaciones máximas en 24 horas de una serie de 25 años es encontrar la función de distribución que mejor se adapte a estos datos recopilados en la estación correspondiente. Para este análisis, se utilizó el software Hidroesta 2, una herramienta diseñada para realizar cálculos hidrológicos y análisis estadísticos relacionados con la hidrología. Se evaluaron ocho distribuciones recomendadas por el Manual de Hidrología del Ministerio de Transportes como posibles modelos que se ajusten adecuadamente a los datos observados.

Resumen de análisis de distribución

TABLA 4.12. Resumen de resultado según la categorización de distribución

Tr (años)	DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS							
	NORMAL	LN 2P	LN 3P	GN 2P	GN 3P	LP T III	GUMB	LOG GUMB
2	174.88	167.14	169.48	169.7	170.73	NO SE AJUSTA	166.23	158.74
5	219.18	217.64	216.2	216.64	217.54		212.75	209.47
10	242.35	249.88	244.19	244.24	244.43		243.56	251.68
25	267.06	249.88	277.06	276.08	275.01		282.48	317.39
50	283.02	304.81	300.09	297.98	295.8		311.35	376.99
100	297.37	318.42	322.12	318.58	315.21		340.01	447.22
200	310.5	346.86	343.43	338.1	333.48		368.57	530.2

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de intensidad de precipitación

$$I = \frac{765.0987 * T^{0.1678}}{t^{0.6164}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

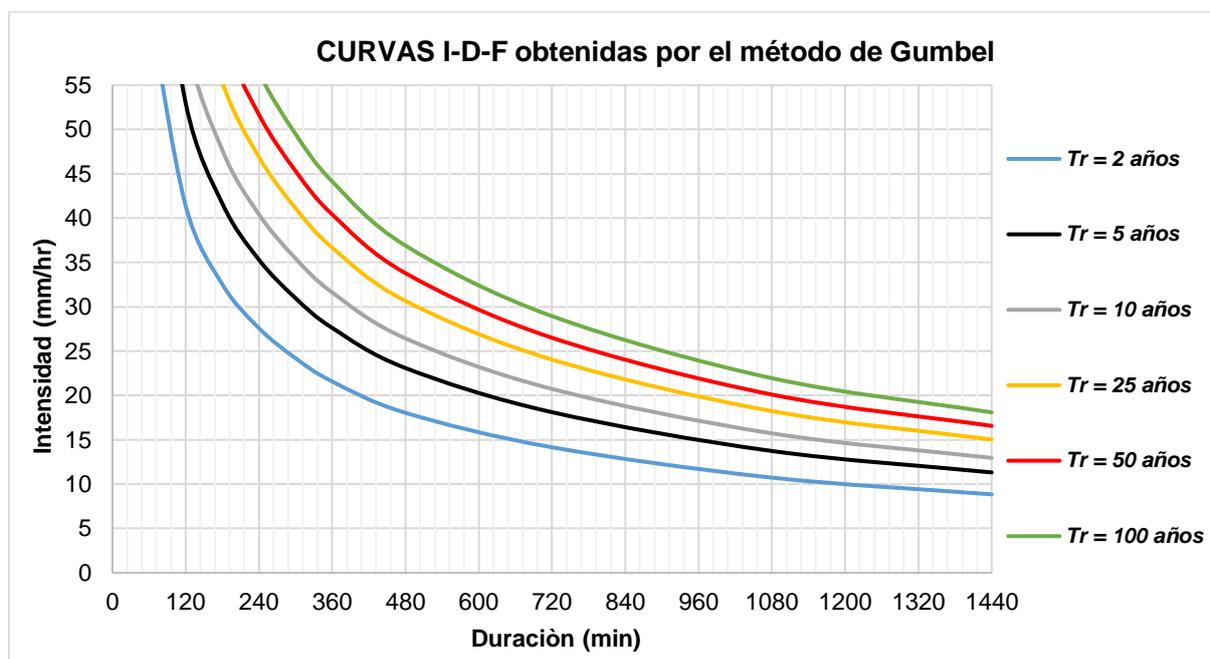
t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Luego la I max de diseño para este modelo es: 90.27 mm/hr

CUNETAS

Luego la I max de diseño para este modelo es: 118.26 mm/hr

ALCANTARILLA

GRAFICA 4.3. Curvas IDF obtenidas por el método de Gumbel.

Fuente: Propia

Ubicación de Subcuencas**TABLA 4.13. Subcuencas del proyecto situadas a lo largo de las carreteras.**

SUB-CUENCA	C	AREA	CAUCE			TIEMPO DE RETORNO
			LONGITUD	COTA MAYOR	COTA MENOR	
C-1	0.35	0.00402	0.16	2227.65	2226.00	50
C-2	0.5	0.00430	0.24	2229.00	2225.00	50
C-3	0.45	0.02807	0.33	2235.00	2224.00	50
C-4	0.4	0.00570	0.17	2226.50	2225.00	50
C-5	0.5	0.01746	0.28	2227.00	2224.00	50
C-6	0.35	0.00953	0.22	2226.00	2224.00	50
C-7	0.35	0.01632	0.39	2243.00	2231.00	50
C-8	0.4	0.01076	0.27	2283.00	2233.00	50
C-9	0.35	0.01745	0.27	2265.00	2223.00	50
C-10	0.5	0.02747	0.37	2283.00	2227.00	50
C-11	0.35	0.02341	0.36	2240.00	2223.00	50
C-12	0.45	0.01239	0.2	2278.00	2239.00	50
C-13	0.35	0.00481	0.14	2238.00	2230.00	50

Fuente: Propia

Caudales máximos de diseño

Debido a la falta de información sobre los caudales, se procederá a estimar la descarga máxima utilizando el Método Racional, el cual es aplicable a cuencas con áreas menores a 10 km². Este método consiste en calcular el caudal máximo en función de la precipitación, tomando en consideración todos los factores de

abstracción y escorrentía en un solo coeficiente, conocido como "C". La determinación de este coeficiente se basará en las características específicas de la cuenca. El enfoque del Método Racional es ampliamente utilizado en cuencas de menor tamaño, donde la duración de la precipitación se iguala al tiempo de concentración.

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q = Descarga pico en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de cuenca en Km².

CUADRO 4.30. Coeficiente de escorrentía Método Racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, MTC

TABLA 4.14. Cálculo del tiempo de concentración, intensidad máxima y caudal de diseño.

CALCULO DE LA INTENSIDAD - CARRETERA TURISTICA LAGO POMACOCHAS											
ESTRUCTURA	TIEMPO DE RETORNO (T)	SUB - CUENCA		CAUCE PRINCIPAL				ESCORRENTIA "C"	T. CONCENT. FEDERAL AVIATION. A $T_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.5}}{S^{0.333}}$	INTENSIDAD (mm/Hr) $I = \frac{765.0987 * T^{0.1678}}{t^{0.6164}}$	CAUDAL DE DISEÑO $Q = \frac{CIA}{3.6}$
		N°	AREA (A)	LONGITUD (L)	COTA MAYOR (C1)	COTA MENOR (C2)	PENDIENTE $S = \frac{C1 - C2}{1000 L}$				
ALCANTARILLA	50	C-1	0.00402	0.16	2227.65	2226.00	0.0103	0.35	30.62	179.01	0.0700
ALCANTARILLA	50	C-2	0.00430	0.24	2229.00	2225.00	0.0167	0.50	25.56	200.05	0.1195
ALCANTARILLA	50	C-3	0.02807	0.33	2235.00	2224.00	0.0333	0.45	25.78	199.01	0.6983
ALCANTARILLA	50	C-3	0.02807	0.33	2235.00	2224.00	0.0333	0.45	25.78	199.01	0.6983
ALCANTARILLA	50	C-4	0.00570	0.17	2226.50	2225.00	0.0088	0.40	31.02	177.55	0.1125
ALCANTARILLA	50	C-5	0.01746	0.28	2227.00	2224.00	0.0107	0.50	31.99	174.23	0.4226
ALCANTARILLA	50	C-6	0.00953	0.22	2226.00	2224.00	0.0091	0.35	37.44	158.13	0.1465
ALCANTARILLA	50	C-7	0.01632	0.39	2243.00	2231.00	0.0308	0.35	33.21	170.24	0.2701
ALCANTARILLA	50	C-8	0.01076	0.27	2283.00	2233.00	0.1852	0.40	14.19	287.58	0.3439
ALCANTARILLA	50	C-8	0.01076	0.27	2283.00	2233.00	0.1852	0.40	14.19	287.58	0.3439
ALCANTARILLA	50	C-9	0.01745	0.27	2265.00	2223.00	0.1556	0.35	16.11	265.91	0.4512
ALCANTARILLA	50	C-10	0.02747	0.37	2283.00	2227.00	0.1514	0.50	15.23	275.34	1.0503
ALCANTARILLA	50	C-11	0.02341	0.36	2240.00	2223.00	0.0472	0.35	27.67	190.53	0.4337
ALCANTARILLA	50	C-12	0.01239	0.2	2278.00	2239.00	0.1950	0.45	11.15	333.71	0.5168
ALCANTARILLA	50	C-13	0.00481	0.14	2238.00	2230.00	0.0571	0.35	16.19	265.08	0.1239

Fuente: Propia

Diseño hidráulico de alcantarillas

Los métodos comunes para dimensionar alcantarillas pueden ser aplicados mediante fórmulas empíricas que directamente determinan las dimensiones necesarias de la abertura o a través de métodos que evalúan la cantidad de agua que llega a la estructura y luego aplican ecuaciones matemáticas para definir el tamaño adecuado para evacuar ese caudal. En el segundo caso, se utiliza la fórmula de Manning, considerando que la descarga de diseño (Q_d) debe superar la descarga máxima proyectada (Q_m) según el Método Racional. La fórmula de Manning se basa en factores como el área de la sección transversal, el radio hidráulico, el perímetro mojado, la pendiente de la cuneta y el coeficiente de rugosidad.

Este proyecto incluyó un total de 18 estructuras de drenaje, de las cuales 5 se diseñaron para funcionar como aliviaderos y las restantes 13 como pasos.

TABLA 4.15. Alcantarilla de paso y alivio

CUADRO ALCANTARILLA DE PASO		CUADRO ALCANTARILLA DE ALIVIO	
DESCRIPCION	PROGRESIVA	DESCRIPCION	PROGRESIVA
1	0+089	1	1+540
2	0+440	2	2+200
3	0+570	3	6+650
4	0+665	4	8+080
5	0+940	5	9+070
6	0+989		
7	1+012		
8	3+200		
9	3+390		
10	3+758		
11	4+768		
12	5+320		
13	5+662		

Fuente: Propia

TABLA 4.16. Diseño hidráulico de alcantarillas.

DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLAS CIRCULARES DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO POMACOCHAS														
PROGRESIVA	ESTRUCTURAS	Q (m3/s) DISEÑO	TIRANTE Y (m)	PERIMETRO MOJADO (m)	AREA HIDRAULICO (m2)	RADIO HIDRAULICO (R=A/P)	ESPEJO DE AGUA (m)	Q Transp. $Q = \frac{A + R^{2/3} + S^{1/2}}{n}$	VEL. V=Q/A (m/s)	N. FROUDE $F = \frac{V + \sqrt{V}}{\sqrt{g \cdot A}}$	ENERGIA ESPECIFICA $F = \frac{v^2}{2 \cdot g} + Y$	Qtransp. > Qdiseño	DIAMETRO COMERCIAL (")	BORDE LIBRE (BL= Ø-Y)
0+089	ALCANTARILLA	0.0700	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
0+440	ALCANTARILLA	0.1195	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
0+570	ALCANTARILLA	0.6983	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
0+665	ALCANTARILLA	0.6983	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
0+940	ALCANTARILLA	0.1125	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
0+989	ALCANTARILLA	0.4226	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
1+012	ALCANTARILLA	0.4226	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
1+540	ALCANTARILLA	0.1465	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
2+200	ALCANTARILLA	0.2701	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
3+200	ALCANTARILLA	0.3439	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
3+390	ALCANTARILLA	0.4512	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
3+758	ALCANTARILLA	0.4512	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
4+768	ALCANTARILLA	1.0503	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
5+320	ALCANTARILLA	1.0503	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
5+662	ALCANTARILLA	0.4337	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
6+650	ALCANTARILLA	0.5168	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
8+080	ALCANTARILLA	0.1239	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37
9+070	ALCANTARILLA	0.1239	0.63	1.784	0.476	0.2668	0.825	1.1625	2.442	1.027	0.93	CUMPLE	36.00	35.37

Fuente: Propia

Diseño hidráulico de cunetas

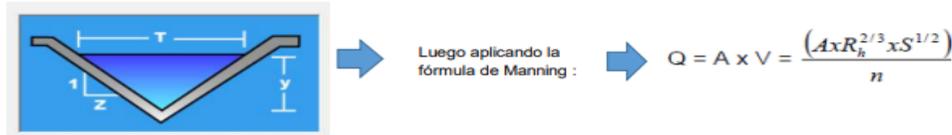
TABLA 4.17. Diseño hidráulico de cunetas

"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO POMACOCCHAS, DISTRITO DE LA FLORIDA, PROVINCIA DE BONGARA, DEPARTAMENTO AMAZONAS"

1. Determinación del caudal aportante

Área a intervenir	Coef. (C) Escorrentia	Área (Km2)	l max (mm/hr)	Caudal máximo en toda la via (m3/s)	Caudal máximo aportante a mitad de la via (m3/s)
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO POMACOCCHAS	0.820	0.0470	90.27	0.966	0.483

Escogiéndose de todas las secciones transversales indicadas en la norma técnica CE 040 Drenaje Pluvial, la del tipo rectangular:



2. Verificación del caudal calculado versus el caudal máximo aportante

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:
 Tirante (y): m
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Coeficiente de rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m

Resultados:
 Caudal (Q): m3/s Velocidad (v): m/s
 Área hidráulica (A): m2 Perímetro (p): m
 Radio hidráulico (R): m Espesor de agua (T): m
 Número de Froude (F):
 Tipo de flujo: Energía específica (E): m-Kg/Kg

Q calculado = 0.6608 m3/s > Q maximo aportante = 0.483 Cumple!!

Por lo tanto el diseño cumple debido a que el caudal calculado es mayor que el caudal máximo aportante.

PROGRESIVA		Q aporte- cuentas	S (m/m)	n	Z1	Z2	VERIFICACION DE CUNETAS									
INICIA	TERMINA						H	A (m2)	P (m)	Rh (m)	Q soporta	V (m/s)	V max	Q sop > Q apor	H< 0.60 m	V<Vmax
0+000	9+334	0.48	0.08	0.01	1.50	1.00	0.30	0.14	1.08	0.12	0.66	4.90	6.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Propia

SEÑALIZACIÓN

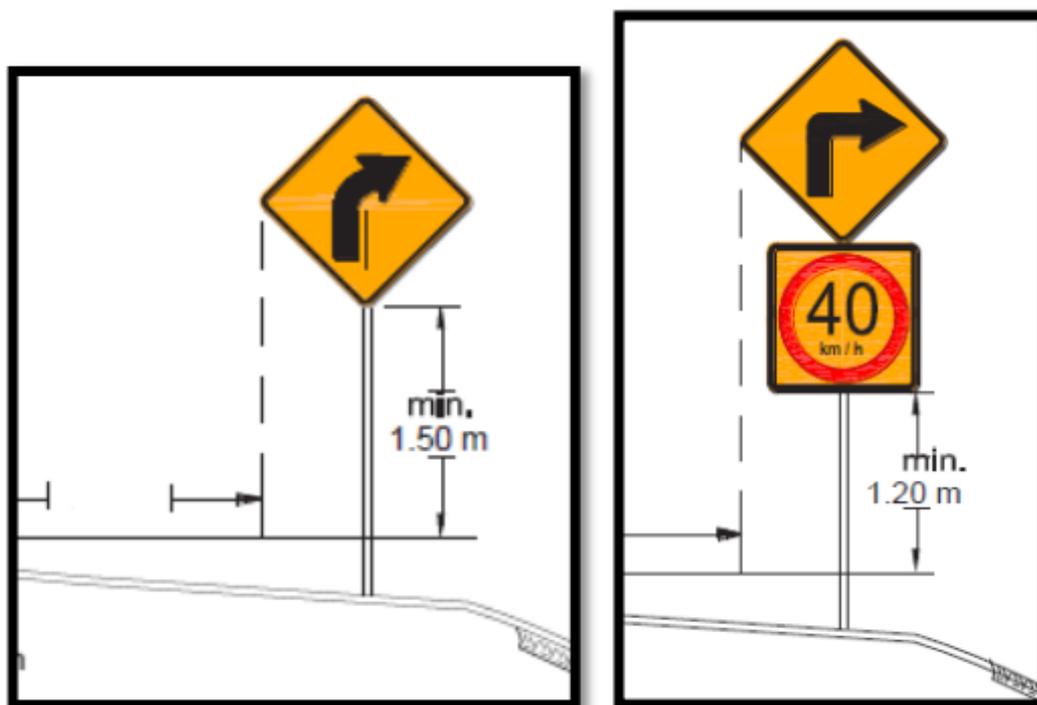
Estos dispositivos de señalización se posicionarán de manera estratégica para asegurar que los conductores dispongan de tiempo suficiente para identificarlos y responder. Serán ubicados en el lado derecho de la vía, manteniendo una distancia mínima de 0.60 metros desde el borde de la calzada y a una altura de 1.5 metros.

TABLA 4.18. Tipos de señalización

Tipo de Señal	Cantidad
Señales Informativas	5
Señales Preventivas	40
Señales Reglamentarias	10
Postes de Kilometraje	10

Fuente: Propia

FIGURA 4.10. Señalización lateral



Fuente: MTC

FIGURA 4.11. Señalización reguladoras y ambientales

SEÑALES REGULADORAS	(R-50) SEÑAL DE VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	 	<p>Esta señal establece la velocidad máxima de operación en kilómetros por hora (km/h) a la que puede circular un vehículo en determinado carril, tramo o sector de una vía.</p> <p>Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10 km/h.</p> <p>En el caso de señales dinámicas de mensaje variable, serán de fondo de color negro, con orla roja y la numeración de la velocidad de color blanco, tal como se indica en el ejemplo de la Figura 2-58.</p> <p>La reducción de la velocidad debe ser gradual, tal como se muestra en la Tabla 2-8, la cual además indica las distancias mínimas para cada cambio de velocidad de operación.</p>
	(R-16) SEÑAL DE PROHIBIDO ADELANTAR	<p>SEÑAL DE PROHIBIDO ADELANTAR (R-16)</p> 	<p>Esta señal prohíbe al conductor efectuar la maniobra de adelantar a otro vehículo u otros que le antecedan traspasando el eje de la calzada.</p> <p>En vías pavimentadas se debe complementar con una línea amarilla doble continua al borde izquierdo del carril en donde se prohíbe la maniobra.</p> <p>Siempre se debe colocar esta señal junto con la señal P-60, SEÑAL PROHIBIDO ADELANTAR.</p>
SEÑALES DE INFORMACIÓN	SEÑALES DE LOCALIZACIÓN	 	
	POSTES KILOMÉTRICOS	  	<p>Los postes kilométricos tienen por finalidad indicar la distancia con respecto al punto de origen de la vía (km 0+000), de acuerdo a lo establecido en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), vigente.</p>

Fuente: MTC

Evaluación de impacto ambiental

Línea base ambiental

Es una descripción detallada del estado actual del medio ambiente natural y de la comunidad en una región determinada antes de la implementación de un proyecto. Esta información es fundamental para evaluar cómo el proyecto afectará el entorno y las personas, y para desarrollar estrategias de mitigación y supervisión ambiental a lo largo de la ejecución del proyecto.

Área de influencia Directa

Comprende las zonas siguientes: el pueblo de Pomachocas y el anexo El Porvenir, ya que estas comunidades tienen una participación activa en el proyecto en todas sus etapas. Esto engloba áreas de acumulación de material sobrante, así como lugares destinados a la maquinaria y equipos, entre otros elementos relacionados con la implementación del proyecto.

FIGURA 4.12. **Influencia directa**

Fuente: Propia

Área de influencia Indirecta

Es el espacio que experimentará impactos de menor magnitud, tanto positivos como negativos, relacionados con la construcción y operación de la carretera. Estos efectos pueden abarcar modificaciones en el flujo del tráfico y repercusiones ambientales y socioeconómicas que se extienden más allá del alcance directo de la carretera.

Línea base Física

Clima

El clima en el distrito de Florida es mayormente de tipo tropical lluvioso, caracterizado por temperaturas cálidas y niveles de humedad elevados durante todo el año. Las temperaturas permanecen en un rango elevado con poca fluctuación estacional, con máximas que superan los 30°C. La lluvia es constante a lo largo del año, siendo más abundante durante la temporada de lluvias que generalmente se extiende desde diciembre hasta abril

Ruido

En relación al parque automotor, la contaminación sonora que se produce es considerable, especialmente debido a que el área en cuestión es una zona turística. La presencia de visitantes y vehículos relacionados con el turismo, como automóviles y autobuses, contribuye significativamente a los niveles de ruido en esta área.

Sismo

Es importante destacar que se encuentra en una zona designada como la zona 2 de acuerdo a las normativas aplicables. Esta clasificación geotécnica específica implica que se asigna un factor de 0.25, basado en la norma E 0.30, que tiene implicaciones significativas para la planificación y diseño de la infraestructura.

Medio Biológico

Flora

Durante la inspección efectuada en el área de análisis, se identificaron varias variedades de flora, destacando la presencia de árboles como eucaliptos, pinos, alisos, cipreses, además, se pudieron apreciar extensiones de terreno con pastizales.

FIGURA 4.13. Flora y fauna del proyecto



Fuente: Propia

Fauna

La laguna de Pomacochas y sus alrededores tienen una amplia variedad de vida silvestre. La región cuenta con una diversidad de aves acuáticas, que incluye patos silvestres, garzas de diferentes colores y diversas especies de gaviotas. Además, se pueden observar aves migratorias como el zarapito y el playero.

En las aguas de la laguna, nadan varias especies de peces, como la carpa roja y el pejerrey. En las zonas ribereñas y pantanosas, encontramos anfibios como la rana arlequín, la ranita de montaña y la nutria, lo que añade una riqueza adicional a la biodiversidad de la región.

Medio Socioeconómico

Agricultura

Los pobladores de la zona cultivan una variedad de alimentos básicos como maíz, yuca, frijoles, papas y plátanos, que forman la base de la dieta de la población local.

Ganadería

En Pomacochas, la cría de ganado bovino, ovino y caprino es una actividad predominante. Estos animales son una fuente esencial de carne, leche y diversos productos, tanto para el consumo local como para su venta en los mercados cercanos. La ganadería es de gran importancia en la subsistencia de numerosas familias de la localidad, y tiene un impacto significativo en la alimentación y la economía de la comunidad.

Producción de lácteos

La producción de productos lácteos en Pomacochas es un pilar importante tanto para la economía local como para el sustento de la población. Los residentes de la región obtienen leche de varias fuentes, y esta materia prima es esencial para la elaboración de una diversidad de productos lácteos, los cuales incluyen una variedad de quesos, yogures, manjar y leche, y son también objeto de comercio en los mercados cercanos.

Turismo

La Laguna de Pomacochas es un destacado lugar para el turismo en la región de Amazonas. Los visitantes tienen la oportunidad de descubrir la diversidad de vida silvestre en la laguna y sus alrededores, que incluye aves, peces y otros animales. Asimismo, la comunidad local brinda una cálida bienvenida y ofrece alternativas de alojamiento y gastronomía, lo que permite a los turistas disfrutar de una auténtica inmersión en la cultura local.

Evaluación e identificación de efectos ambientales

Fase de construcción

Durante ejecución del proyecto, se ejecutaron diversas tareas, entre las que se incluyeron la manipulación de suelos, la extracción de materiales, el transporte de estos elementos y la edificación de obras de concreto y sistemas de drenaje.

Impactos negativos

Se produce una alteración en la paz y tranquilidad de la población local, principalmente debido al bullicio generado por la maquinaria y los equipos utilizados para este trabajo. Además del impacto sonoro, se observan otros efectos negativos, como el aumento en la liberación de gases de combustión, afectando la calidad del aire. También se constata la contaminación del suelo debido a posibles derrames de combustibles y aceites derivadas de la maquinaria, así como la contaminación de las fuentes de agua debido a prácticas inadecuadas de lavado de vehículos y equipos de trabajo. Además, se detecta una modificación del paisaje debido a la explotación de canteras y la creación de cortes y terraplenes. Estos impactos pueden influir en la salud pública y la seguridad de los trabajadores debido a la emisión de gases y polvo relacionados con las operaciones de movimiento de tierras y construcción de estructuras de concreto.

Etapa de mantenimiento vial

El proyecto facilitará el intercambio de productos entre comunidades, estimulando la creación de empleo. Durante la ejecución del proyecto, los habitantes de los centros turísticos y la población en general serán los principales beneficiarios, ya que se encargarán del mantenimiento regular de la carretera. Una

vez completado y en funcionamiento, mejorará la movilidad de la población, impulsando el transporte de productos y aumentando el turismo en la zona, lo que conllevará a un aumento de los ingresos económicos locales.

Plan de manejo ambiental

El PMA asume la responsabilidad de implementar acciones preventivas o correctivas destinadas a mitigar los impactos negativos de gran magnitud.

a) Durante la ejecución de obra

Se implementarán medidas como el uso de dispositivos de reducción de ruido para mitigar las molestias sonoras, así como la limpieza, orden y humedecimiento de las áreas de trabajo. Asimismo, se garantizará que el transporte de materiales se realice con la humectación de la ruta de transporte para minimizar la generación de polvo. Además, se llevarán a cabo programas de capacitación enfocados en cuestiones ambientales y seguridad laboral para fomentar la precaución en la ejecución de todas las actividades del proyecto.

b) Con el objetivo de reducir al mínimo la contaminación del suelo, es importante tener en cuenta:

Es necesario implementar contenedores de basura, cada uno destinado a un tipo específico de material según su nivel de peligrosidad, con el propósito de garantizar una disposición final apropiada. Asimismo, se requiere mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales y desagüe, lo que incluye la adaptación de pozos sépticos. Se sugiere también la instalación de recipientes herméticos para la recolección de residuos de aceites y lubricantes, asegurando una adecuada gestión de estos elementos.

c) Con el objetivo de prevenir la contaminación del agua.

Se establecerán disposiciones para prevenir el lavado de maquinaria y equipos en cursos de agua, junto con una supervisión efectiva del vertido de aguas residuales en estas fuentes de agua. Además, se garantizará que los vertederos estén ubicados a una distancia segura de los cauces de agua.

d) Para evitar cambios significativos en la apariencia del entorno:

Implementar la revegetación de los taludes de corte con el objetivo de fortalecer su estabilidad y reducir en caso necesario el impacto negativo.

Participación ciudadana

Tiene como objetivo involucrar a la población local en la identificación y resolución de problemas ambientales, así como en la mejora de su calidad de vida. Se utilizarán diversas estrategias como reuniones comunitarias, talleres educativos, consultas públicas y campañas de sensibilización para lograr una comunicación abierta con la comunidad y fomentar prácticas sostenibles.

Matriz de leopold

Ver anexo 12

Metrados

Se incluyeron las partidas técnicas requeridas para la edificación de una carretera, siguiendo las directrices del Reglamento Nacional de Metrados y el EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ver anexo 07

Coste del proyecto**Presupuesto**

Ver anexo 08

Formula polinómica

Ver anexo 09

Relación de insumos

Ver anexo 10

Programación de obra

Ver anexo 11

Conclusiones

- El estudio concluye con el diseño geométrico de una carretera afirmada de 9.334 kilómetros de longitud y la necesidad de construir 18 alcantarillas. La superficie de rodadura tendrá un espesor de 25 centímetros, y en ciertas áreas, se realizarán mejoras en la subrasante con un espesor de 20 centímetros. El objetivo principal es mejorar la accesibilidad entre los centros turísticos cercanos al lago Pomacochas.
- Tras el exhaustivo estudio de tráfico llevado a cabo en las estaciones de conteo, se ha determinado un IMDA de 111 veh/día. Este análisis revela que los días de mayor flujo vehicular son los sábados y domingos. Estos resultados proporcionan una base sólida para la planificación y diseño de la infraestructura vial, asegurando que se satisfagan las necesidades de tráfico de manera efectiva y eficiente.
- A partir del análisis de rutas, se han considerado dos posibles diseños para la carretera en cuestión. El primer diseño, con una longitud de 9+334 kilómetros, ofrece una mayor extensión que podría mejorar la accesibilidad a varios centros turísticos. En contraste, la segunda alternativa, que abarca 8+310 kilómetros, es un poco más corta y podría implicar costos de construcción y mantenimiento menores. No obstante, se ha optado por la primera opción debido a la existencia de áreas pantanosas en la segunda alternativa. Esta elección se basa en la prioridad de asegurar la seguridad y viabilidad de la carretera, garantizando la integridad de la infraestructura y la comodidad de quienes la utilicen.
- El EMS implicó la realización de calicatas a cielo abierto en intervalos de 1 kilómetro a lo largo del proyecto, con excavaciones de 1.5 metros de profundidad con respecto al nivel de la subrasante. Los resultados del EMS indicaron que el índice de C.B.R. experimentó fluctuaciones, con valores superiores al 6% en ciertas áreas y valores inferiores al 6% en otras. Esta diversidad en los resultados de C.B.R. resaltó la necesidad de llevar a cabo mejoras en la subrasante en tres áreas específicas de la carretera.
- La carretera bajo estudio se ha diseñado para soportar el tráfico del Camión de diseño C2, que se ha identificado como el vehículo más pesado en los puntos de conteo de tráfico. Debido a que el proyecto implica la construcción de una superficie de rodadura a nivel de afirmado, se ha calculado un espesor de 0.25 metros para esta capa. Además, se ha previsto una capa de subrasante mejorada con un espesor de 0.20 metros.

- Mediante el Estudio Hidrológico, se generaron datos relativos a intensidades de precipitación y caudales asociados a distintos periodos de retorno. Estos resultados desempeñaron un papel fundamental en el cálculo de los caudales que afectan a las cunetas y las alcantarillas presentes en el proyecto de la carretera.
- A través del Estudio de Hidráulica y Drenaje, se identificaron un conjunto de 18 obras de drenaje, que comprenden 13 alcantarillas para el paso y 5 destinadas al alivio del flujo de agua. Estas construcciones desempeñarán un papel fundamental al posibilitar el desagüe efectivo del agua de escorrentía de la carretera, con el propósito de evitar daños en su infraestructura.
- A partir del Estudio de Señalización, se ha determinado que se implementará señalización vertical en la carretera, dado que se trata de una vía a nivel de afirmado. Este sistema de señalización incluirá un total de 4 señales regulatorias, 42 señales de prevención y 13 señales de información. Estas señales verticales desempeñarán un papel fundamental al brindar orientación a los conductores y mejorar la seguridad del tráfico, ya que indicarán restricciones de maniobras, advertirán sobre condiciones en la vía y proporcionarán información relevante sobre zonas turísticas y distancias.
- El EIA proporciona una evaluación exhaustiva de los factores ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto. Se han identificado impactos negativos, principalmente relacionados con las actividades de movimiento de tierras y las obras de concreto, aunque es fundamental resaltar que se pueden mitigar con las medidas apropiadas. Además, se han identificado aspectos positivos que generarán mejoras en la calidad de vida de la población a medida que avance el proyecto.
- El periodo establecido para completar la construcción de la carretera y sus correspondientes obras de infraestructura es de 210 días calendario, lo que equivale a alrededor de 7 meses. En este lapso, se llevarán a cabo todas las tareas relacionadas con el proyecto, desde las fases iniciales hasta las actividades de cierre y abandono.
- Con respecto al presupuesto se tiene \$12,230,159.16 lo cual nos indica que cada km de la carretera costaría alrededor de \$1,310,280.60 millones de soles.

Recomendaciones

- Se recomienda la realización de un mantenimiento periódico de la carretera, considerando su vida útil proyectada de 20 años. Asimismo, se aconseja restringir el tránsito de vehículos que superen las dimensiones del camión de diseño tipo C2, ya que la carretera ha sido diseñada pensando en este tipo de vehículo.
- Es aconsejable considerar el uso de Terrazyme, ya que este producto contribuye a prolongar la durabilidad de la carretera de afirmado. Dado que la vía está expuesta tanto al tráfico vehicular como a las precipitaciones frecuentes, este aditivo ayuda a prevenir un desgaste prematuro de la superficie de rodadura.
- Es imprescindible seguir las indicaciones de los planos en la construcción de las obras de drenaje, ya que esto garantizará la rápida evacuación de los flujos, protegerá la operatividad de la carretera proyectada y permitirá un ahorro en los gastos de conservación y mantenimiento.

REFERENCIAS

- [1] E. Abanto Rojas, "Diseño de infraestructura vial, para el acceso vecinal, de centros poblados poblados el Porvenir – Cangrejal," Tesis postgrado, Universidad César Vallejos, Chiclayo, Perú, 2020.
- [2] The World Economic Forum, Ranking Mundial de Competitividad en Infraestructura, 2019.
- [3] V. H. López Verde, "Diseño de la Carretera a Nivel de Afirmado para Transibilidad Entre Unidades Agropecuarias Rosaspampa Y Garpo, Huacachi, Huari, Áncash", tesis pregrado, Universidad César Vallejos, Huaraz, Perú, 2019.
- [4] J. F. Rodríguez Armas, "Estudio y Diseño del Sistema Vial de la Comuna San Vicente de Cucupuro de la Parroquia Rural de El Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha," Tesis pregrado, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, 2015.
- [5] R. E. Ala yo Paredes, "Estudio del Diseño de Trocha Carrozable de los Caseríos Quillcaypirca, Adbon, Longotea, Bolívar, La Libertad," Tesis postgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2019.
- [6] E. N. Paquita Merma, "Evaluación Geológica y Geotécnica de la Carretera del Circuito Turístico Lago Sagrado de los Incas," Tesis postgrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, 2015.
- [7] J. H. Salazar Gonzales, "Impacto Ambiental y Mitigación, en la Explotación de Canteras en la construcción de la Carretera Capachica – Llachón: Tramo I," Tesis postgrado, Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú, 2015.
- [8] N. Llamo Irigoin, "Diseño de la Trocha Carrozable El Progreso, El Venceremos, Nuevo Paraíso," Tesis pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2020.
- [9] *Manual de Carreteras de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) EG-2013.
- [10] *Manual de Carreteras Diseño Geométrico*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) DG-2018.

- [11] *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) RD N° 10-2014.
- [12] *Manual de Carreteras de Ensayos de Materiales*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) RD N° 18-2016.
- [13] *Manual de Carreteras de Hidráulica, Hidrología y Drenaje*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) RD N° 20-2011.
- [14] *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) RD N° 05-2016.
- [15] *Ley General del Ambiente (Ley 28611)*, Presidencia del Consejo de Ministros (PCM)-2005.
- [16] *Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338)*, Presidencia del Consejo de Ministros (PCM)-2009.

ANEXOS

- ANEXO 01: DOCUMENTACION
- ANEXO 02: IMÁGENES DE LOS COMPLEJOS TURISTICOS
- ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO
- ANEXO 04: MECANICA DE SUELOS
- ANEXO 05: ENSAYOS DE CANTERAS
- ANEXO 06: ANALISIS DE AGUA
- ANEXO 07: METRADOS
- ANEXO 08: PRESUPUESTO
- ANEXO 09: FORUMULA POLINOMICA
- ANEXO 10: RELACIÓN DE INSUMOS
- ANEXO 11: PROGRAMACIÓN
- ANEXO 12: MATRIZ LEOPOLD
- ANEXO 13: PLANOS

LINK DRIVE ANEXO

- <https://drive.google.com/drive/folders/1bdrGRTNz9e56FoJuY4GBYSHqs6UpLSgN?usp=sharing>