



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de la carretera Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova - Cutervo,
Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bustamante Castro, Lenin Gerardo (ORCID: 0000-0003-0222-9653)

Vásquez Peltroche, Wilder Glicerio (ORCID: 0000-0003-0829-0324)

ASESOR:

Mgr. Ramírez Muñoz, Carlos Javier (ORCID: 0000-0003-1091-524X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Desde que nací he sentido el gran esfuerzo que mis padres han hecho para lograr que sus hijos sean profesionales, esta dedicatoria va para Eladio y Nila que han forjado en mí el deseo de estudiar siempre.

Lenin Gerardo

“Dedico esta tesis a Dios, a mis padres quienes me dieron vida ejemplo de rectitud, honestidad quienes son las personas más importantes y a quien me debo, por su cariño, dedicación, comprensión y consejos, a mi esposa e hijos, que es el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional. Gracias por toda su ayuda los Amo.”

Wilder Glicerio

Agradecimiento

Queremos agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, a todos los docentes maestros ya que ellos nos encaminaron por el sendero del estudio y la investigación, también agradecemos a nuestros padres y hermanos porque ellos estuvieron siempre con nosotros. Y agradezco a Dios por darnos buena salud.

También agradezco a todos los compañeros de aula por pasarla bien en este corto tiempo en donde compartimos muchas anécdotas y vivencias.

Lenin Gerardo y Wilder Glicerio

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	9
2.1. Tipo y Diseño de investigación	9
2.2. Operacionalización de variables	9
2.3. Población muestra.....	11
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
2.5. Métodos de análisis de datos	12
2.6. Aspectos éticos	12
III. RESULTADOS	13
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS	44
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 01: <i>Operacionalización de variable</i>	10
Tabla 02: <i>Accesibilidad a la zona del proyecto</i>	14
Tabla 03: <i>Proyección del IMDA</i>	14
Tabla 04: <i>Cálculo ESAL</i>	15
Tabla 05: <i>Coordenadas BM'S</i>	15
Tabla 06: <i>Resultados de laboratorio de suelos I</i>	16
Tabla 07: <i>Resultados de laboratorio de suelos II</i>	17
Tabla 08: <i>Determinación del CBR al 95% y 100%</i>	17
Tabla 09: <i>Resumen de resultados del laboratorio - cantera</i>	18
Tabla 10: <i>Rendimiento de la cantera</i>	19
Tabla 11: <i>Precipitación máxima en 24 horas (mm)</i>	19
Tabla 12: <i>Caudales de aporte cunetas - alcantarillas</i>	20
Tabla 13: <i>Resumen del diseño geométrico</i>	21
Tabla 14: <i>Determinación del módulo resiliente por capas del pavimento</i>	22
Tabla 15: <i>Cálculo de espesores de la estructura del pavimento de diseño</i>	23
Tabla 16: <i>Estructura del pavimento de diseño</i>	23
Tabla 17: <i>Resumen Impacto Ambiental</i>	24
Tabla 18: <i>Presupuesto del proyecto</i>	24
Tabla 19: <i>Fórmula polinómica</i>	25
Tabla 20: <i>Cálculo de espesores de la estructura del pavimento de diseño</i>	29
Tabla 21: <i>Estructura del pavimento de diseño</i>	30
Tabla 22: <i>Presupuesto del proyecto</i>	31
Tabla 23: <i>Fórmula polinómica</i>	31

Tabla 24: <i>Estructura del pavimento de diseño</i>	35
Tabla 25: <i>Presupuesto del proyecto</i>	37
Tabla 26: <i>Fórmula polinómica</i>	37
Tabla 27: <i>Estructura del pavimento de diseño</i>	41

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Mapas de acceso al distrito de Toribio Casanova	13
<i>Figura 02:</i> Cronograma Gantt	26
<i>Figura 03:</i> Cronograma Gantt	32
<i>Figura 04:</i> Cronograma Gantt	38

Resumen

El presente trabajo de investigación (tesis) ha tenido como principal finalidad aportar al mejoramiento del servicio de transitabilidad de la carretera Choros – La Sacilia de la región de Cajamarca mediante el diseño de la infraestructura vial y todos sus componentes propios de un expediente técnico.

Para cumplir con el objetivo, ha sido necesario establecer objetivos específicos tales como: estudios preliminares, estudios de ingeniería básica, el diseño propio de la carretera, los aspectos socio-ambientales y los costos que implicarán ejecutar el proyecto.

Se cumplió con todos los objetivos planteados, llegando a clasificarse la vía como una carretera de tercera clase, teniendo una calzada de 6 m, bermas de 0.50 m, cunetas triangulares adyacentes a la calzada de 0.90 m x 0.40 m, alcantarillas de paso de 1.00 m x 1.00 m, alcantarillas de alivio TMC de 36”, con una estructura de pavimento de 5 cm de carpeta asfáltica y base de 20 cm, llegando a costar en total S/ 13’332,398.05 (Trece millones trescientos treinta y dos mil trescientos noventa y ocho con 05/100).

Palabras claves: carretera, calzada, alcantarillas.

Abstract

The main purpose of this research work (thesis) has been to contribute to the improvement of the passability service of the Choros - La Sacilia highway in the Cajamarca region through the design of road infrastructure and all its own components of a technical file.

To fulfill the objective, it has been necessary to establish specific objectives such as: preliminary studies, basic engineering studies, the own design of the road, the socio-environmental aspects and the costs that will be involved in executing the project.

All the objectives set were met, and the road was classified as a third-class road, having a 6 m road, 0.50 m berms, triangular ditches adjacent to the 0.90 mx 0.40 m road, 1.00 mx culverts 1.00 m, 36" TMC relief culverts, with a pavement structure of 5 cm asphalt binder and a base of 20 cm, reaching a total cost of S / 13'332,398.05 (Thirteen million three hundred thirty-two thousand three hundred and ninety-eight with 05/100).

Keywords: road, roadway, culverts.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Nuestro país está en constante progreso en todo aspecto, por mencionar algunos: educación, economía, salud, entre otros, hoy en día algunos se ven reflejados más que otros. Los proyectos de infraestructura son vitales en el crecimiento económico de nuestro país, es aquí donde nos enfocamos, específicamente en la infraestructura vial que corresponde a tipo de carreteras (caso de nuestro proyecto) y pavimentaciones urbanas.

Cuando hablamos de la diferencia entre la oferta y la demanda actual, nos referimos a brechas. En nuestro país, las brechas de infraestructura vial aún son muy grandes y qué mejor manera que contribuir a la disminución de las mismas aportando con un proyecto social que servirá de base para la futura ejecución del tramo proyectado.

Los pobladores de los sectores Choros y La Sacilia tienen la necesidad de contar con una infraestructura vial adecuada para satisfacer sus necesidades diarias, como la movilidad diaria, el transporte de sus productos, la comunicación de los sectores con el distrito y/o provincia, mejorar la calidad de vida poblacional, turismo, entre otros.

Actualmente la carretera se encuentra a nivel de trocha carrozable y la transitabilidad se dificulta en temporada de lluvias y cuando no, el levantamiento de partículas de polvo propio del tránsito de los vehículos perjudica la salud de los pobladores de la zona.

A nivel internacional

En primera instancia tenemos a Mendoza, Gutiérrez y Contreras (2011) que en su trabajo de investigación titulada “Eficacia de las normas de seguridad vial en distintos países de Latinoamérica” donde fue publicado por el Instituto Mexicano del Transporte dónde realizaron una comparación entre las escalas utilizadas en los diferentes países evaluados concerniente a la seguridad vial y su repercusión económica, llegando a una conclusión básica, que consiste en recopilar y realizar los estudios en base a las acciones tomadas en los proyectos con resultados más eficaces y eficientes para plantear escalas de mejoramiento, además también recomiendan considerar el uso de la tecnología para facilitar los estudios y la aplicación de las propuestas. (p.45)

De igual manera, (Taddia, et. al., 2013) en su aporte titulado “Investigación y parámetros de estudio de seguridad vial, cuya principal finalidad es generar nuevos conocimientos académicos en el campo de seguridad vial donde recalca que la necesidad de un nuevo proyecto de infraestructura vial surge como producto del crecimiento económico, poblacional y tecnológico, pero que siempre se debe tener en cuenta la seguridad tanto de los usuarios, como de los pobladores de la zona. (p. 9)

Por último, tenemos a (Saavedra, et. al., 2010) en su investigación “Solución e innovación tecnológica para mejorar las vías de volumen de tránsito bajo” en conjunto con la Escuela de Ingeniería de Colombia, donde sugieren procedimientos para aplicar a las carreteras a nivel de trocha carrozable que están categorizadas con un volumen de tránsito de menos de 400 vehículos al día. Cabe resaltar que en la mayoría de los países sudamericanos las vías se clasifican en base al conteo promedio de vehículos realizado por un período determinado en una estación determinada. (p. 9)

A nivel nacional

A nivel nacional tenemos diversos autores que han trabajado proyectos similares en todo el Perú, por mencionar algunos tenemos:

En primera instancia se tiene a Álvarez (2016) quién en su trabajo de investigación realizó el diseño de la estructura del pavimento flexible de la trocha carrozable de Baños del Inca, provincia de Otuzco, región de Cajamarca haciendo uso del método AASHTO 93, donde además identificó los agentes patológicos más frecuentes en este tipo de carpeta, como el agrietamiento por fatiga, hundimientos, fatiga, fisuras, entre otros, todos estos provocados por el mal conteo vehicular (IMDA). (p. 93)

Asimismo, se tiene a Damián y Avalos (2015) quienes en su tesis de grado nos indican que el pavimento flexible es determinante en la transitabilidad vehicular, puesto que un pavimento en mal estado interrumpe el libre tránsito. Además, como aporte a la comunidad mencionan la importancia de tener en cuenta la viabilidad del proyecto, sus costos que generaría la ejecución y cómo repercute en beneficio de la población de la avenida 12 de noviembre del Centro Poblado Alto Trujillo, distrito el Porvenir, provincia de Trujillo, región de La Libertad. (p. 18)

Por último, tenemos a Cobeñas (2012) de igual manera en su tesis de grado dónde se enfoca en los “Métodos de limitación de tránsito de vehículos” dónde se puede recalcar que en toda carretera existen puntos ciegos donde se originan los accidentes de tránsito lo cual el autor busca dar solución que asegure la seguridad necesaria en todo el tramo de la carretera tanto para los vehículos como para sus ocupantes. (p. 93)

A nivel local

El proyecto se centra en la región Cajamarca, por ende, se ha buscado trabajos de investigación centrados en la región, como primer antecedente tenemos a Rabanal (2014) en su tesis titulada “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca – 2014” donde tiene como objetivo principal realizar el análisis del estado de conservación del pavimento de la vía utilizando el método índice de condición del pavimento donde concluyó que el estado actual del pavimento es regular.

De igual manera se tiene a Sánchez y Zamora (2019) quienes en su tesis de grado titulada “Diseño de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas de Tinyayoc - Rambrán, distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2016” se han centrado en hacer el diseño de la carretera a nivel de expediente técnico como en nuestro caso.

También se tiene a los autores Delgado, Livadaque y Martínez (2015) en su tesis de grado titulada “Estudio definitivo de la carretera Puente Techin – Huancas – Moshoqueque – Molino – El Tomate – El Limón, distrito Querocotillo, provincia de Cutervo, departamento Cajamarca” y al igual que el anterior autor, en este trabajo de investigación se mantiene la misma estructura, la cual también servirá de guía a la presente investigación.

Por último, tenemos a Troncoso y Velarde (2015) quienes de la misma manera realizaron su proyecto orientado al Diseño del pavimento asfáltico de la carretera Mollebaya – Pocsi Km 1+000 a 4+000 donde se tiene a una carretera de tercera clase según su IMDA.

Teorías relacionadas al tema

Diseño de la carretera choros - La Sacilia

Estudio preliminar

Diagnóstico situacional

Como primera acción previo a los estudios de todo proyecto, es necesario realizar el reconocimiento de campo de todo el tramo donde se plantea proyectar la carretera, conocer los servicios con los que cuenta la población aledaña a la carretera, su actividad económica, entre otros aspectos de conocimiento general.

Ingeniería básica

Estudio de tráfico

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018, p. 283) en su Manual de Diseño Geométrico DG-2018 establece al estudio de tráfico como parte fundamental para determinar la cantidad de vehículos que atraviesan actualmente por la carretera y proyectarse a un período determinado en el cuál se basa el diseño según la clasificación a la que corresponda.

Topografía

El MTC en su DG-2018 lo define como un conjunto de trabajos realizados de manera directa e indirecta, debidamente referenciados a la Red Geodésica Nacional en el Sistema WGS 84 en base al Sistema de Coordenadas Universal (UTM). (MTC, 2018, p. 283)

Estudio de suelos y canteras

En el DG-2018 menciona que este tipo de estudio comprende en primera instancia trabajos en campo (extracción de calicatas) y por último los trabajos en laboratorio y gabinete (realización de ensayos según las normativas vigentes). (MTC, 2018, p. 283)

Estudio hidrológico e hidráulico

El MTC establece el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje como un reglamento que contiene las normas, guías y procedimientos para el diseño de las obras de drenaje superficial y subterránea de la infraestructura vial. (MTC, 2014, p. 2)

Diseño

Diseño geométrico

El diseño geométrico de la carretera se realizará en base a la DG-2018 que es la normativa que establece los parámetros mínimos para el diseño de esta. Se tienen en cuenta criterios de clasificación de la vía según orografía, demanda, velocidad de diseño, pendientes, bombeo, peralte, entre otros. (MTC, 2018, p. 285)

Diseño de Pavimento

De acuerdo con el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, lo establece como el procedimiento donde se define los espesores en el cual la carpeta de rodadura de la carretera tendrá la óptima operacionalidad del vehículo. (MTC, 2014, p. 128).

Diseño de drenaje y obras de arte

De acuerdo con la DG-2018 este diseño comprenderá el análisis de los datos pluviométricos con el cual se calculará el caudal de drenaje pluvial para el diseño de las estructuras tales como cunetas, badenes, alcantarillas, pontones, puentes, etc. Según corresponda, comúnmente denominadas como obras de arte. (MTC, 2018, p. 286).

Aspectos ambientales

Impacto Ambiental

Como parte de todo proyecto de infraestructura es necesario evaluar los impactos ambientales que generará la ejecución de este, rescatar los impactos positivos y establecer un plan de mitigación para los impactos negativos identificados (mediante matrices). (MTC, 2018, p. 11)

Costos y presupuestos

Metrados

Los metrados de un proyecto son la cuantificación de las actividades que se van a realizar en unidades específicas. Según Reátegui (2017) es el conjunto de datos ordenados obtenidos a partir de los planos del proyecto. (p. 41)

Presupuesto

CAPECO (2014) define el término presupuesto como el monto monetario total que costaría ejecutar el proyecto en el plazo establecido, este monto se ve compuesto por la cantidad de unidades que se requieren y el valor en su momento cotizado. (p. 2)

Cronograma de obra

El cronograma de obra Gantt, que es el más conocido y utilizado, es la representación gráfica en tiempo real de las actividades que se van a ejecutar, organiza de manera secuencial las actividades, pudiendo determinar la holgura y la ruta crítica. Además de ello se puede precisar la cantidad de cuadrillas y turnos diarios. (Merino, 2014, p. 54)

Formulación del problema

¿De qué manera se puede mejorar el Diseño de la carretera Choros-La Sacilia, del distrito Toribio Casanova – provincia Cutervo – Cajamarca, ¿en el año 2020?

Justificación del estudio

Justificación técnica

El proyecto está diseñado en base a las normativas técnicas vigentes, como por ejemplo el Manual de Carreteras DG-2018, el Manual de Suelos y Pavimentos, el Manual de Hidrología e Hidráulica, el Manual de Seguridad Vial, el Manual de Seguridad Vial y las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción.

Justificación social

Con la ejecución de este proyecto se busca reducir la brecha de infraestructura vial que existe en nuestro país, permitiendo además la comunicación entre los sectores y el distrito o provincia, así como también la reducción del levantamiento de partículas de polvo nocivas para la salud y por último mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona.

Justificación económica

Con la implementación de la carretera se reducirá el tiempo de transporte y el costo de mantenimiento de los vehículos que transitan por dicha zona, beneficia al desarrollo económico de la zona puesto que, por tener actividad agrícola, necesitan transportar sus productos.

Hipótesis

Si mejoramos el diseño de la carretera Choros- La Sacilia, del distrito Toribio Casanova – provincia Cutervo – Cajamarca, entonces mejoramos la calidad de vida de los pobladores de la zona.

Objetivo

Objetivo general

- Mejorar el Diseño de la carretera Choros-La Sacilia, del distrito Toribio Casanova – provincia Cutervo – Cajamarca.

Objetivos específicos

- Elaborar los estudios preliminares de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.
- Desarrollar los estudios de ingeniería básica de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.
- Diseñar la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.

- Evaluar los aspectos socio - ambiental de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.
- Determinar los costos y presupuestos de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo – Cajamarca.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque, es de tipo cuantitativa, en base a (Monje, 2011, p.100) y dentro de ella, pertenece a la categoría de investigación no experimental o descriptiva según (Arias, 2006, p.35) porque la investigación se ha planteado con el propósito de interpretar lo que es. Además, es de carácter longitudinal pues se recolectan datos en más de 2 ocasiones según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.179).

Diseño:

M—————O ... Pd

Dónde:

M= Muestra

O= Información a recoger mediante la observación.

Pd= Propuesta de mejoramiento del Diseño de la Carretera.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 01: Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
Diseño de la carretera Choros – La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca	El mejoramiento del servicio basado en la infraestructura vial consiste en el grupo de procedimientos que trabajados entre sí de manera coherente y bajo cumplimiento de las normas de diseño vigentes, ofrecen condiciones adecuadas y seguras para el correcto tránsito de los usuarios de la vía. (Montañez, 2012, p.2).	El diseño de Infraestructura Vial como parte del expediente técnico está compuesto por el Estudio preliminar, los estudios de ingeniería básica, el diseño de infraestructura y su presupuesto. Obteniendo al final un óptimo diseño de la carretera.	Estudio preliminar	Diagnóstico Situacional	Razón	
				Estudio de tráfico	Razón	
				Topografía	Razón	
			Ingeniería básica	Estudios de suelos y canteras	Razón	
				Estudio hidrológico e hidráulico	Razón	
				Estudio de señalización vial	Razón	
				Diseño	Geométrico	Razón
					Pavimento	Razón
			Drenaje y obras de arte		Razón	
			Aspectos socio - ambientales	Plan de Seguridad - Impacto Ambiental	Razón	
				Costos y presupuestos	Metrados	Razón
			Presupuesto		Razón	
			Fórmula Polinómica		Razón	
Cronograma	Razón					

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población muestra

Población: Todas las infraestructuras viales existentes en el distrito de Toribio Casanova.

Muestra: El proyecto proyectado entre los sectores Choros – La Sacilia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Campo: Se utilizará la técnica de campo, que consiste en emplear: recopilar toda la información de campo: topografía, muestras de suelo, medición de caudales, entre otros.

Gabinete: Se utilizará la técnica de gabinete, una vez concluida la etapa de campo, consiste en recopilar información que sirva de base al presente proyecto y de procesar los datos obtenidos previamente en campo.

Laboratorio: Se utilizará el laboratorio de la universidad para la obtención de resultados de:

- Granulometría
- Contenido de humedad
- Límite líquido
- Límite plástico
- Contenido de sales solubles
- Valor relativo de soporte CBR (Incluye Proctor)

Instrumentos:

En campo se hará uso de instrumentos estandarizados y altamente calibrados como: GPS, teodolito y prismas. Además, en el laboratorio se hará uso de las Fichas Técnicas, según las normativas vigentes.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los análisis de datos se han hecho en paralelo con los trabajos de los autores resaltados en los trabajos previos, además de libros de consulta propios de la materia y haciendo uso de herramientas virtuales tales como:

- Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Project)
- Google Earth Pro Maps
- Autodesk (Autocad, Civil 3D)
- Costos y Presupuestos con S10

2.6. Aspectos éticos

En el presente trabajo de investigación, los autores han tenido en cuenta la autoría de los diversos autores a los cuales se ha consultado, respetando las normas de citado para así evitar restar autenticidad al trabajo.

III. RESULTADOS

Estudio preliminar

Diagnóstico Situacional

Ubicación geográfica



Figura 01: Mapas de acceso al distrito de Toribio Casanova

Fuente: Elaboración propia

Accesibilidad

Actualmente la carretera se encuentra a nivel de trocha carrozable y la transitabilidad se dificulta en temporada de lluvias y cuando no, el levantamiento de partículas de polvo propio del tránsito de los vehículos perjudica la salud de los pobladores de la zona.

Tabla 02: *Accesibilidad a la zona del proyecto*

RECORRIDO DESDE-HASTA	DISTANCIA (km)	TIEMPO (min)	CONDICIÓN
Lima – Chiclayo	771	10 h 40min	Asfaltada
Chiclayo – Cutervo	249	6 h 20 min	Asfaltada
Cutervo – Toribio Casanova	194	6 h 13 min	Asfaltada - Afirmada

Fuente: Google Earth

Ingeniería básica

Estudio de tráfico

La demanda actual de vehículos que transitan por la vía es de 183 veh/día, en base a las proyecciones realizadas para un período de 20 años se tiene un total de 374 veh/día, así como se tiene en el siguiente cuadro:

Tabla 03: *Proyección del IMDA*

Proyección por vehículo a 20 años 2020 - 2039		
Tipo de vehículo	IMDA 2020	IMDA 2039
AUTO	63	133
STATION WAGON	28	59
PICK UP	25	53
RURAL COMBI	46	97
CAMION 2E	21	33
IMD (VEH/DÍA)	183	374

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, dentro del estudio de tráfico determinamos la cantidad de Ejes Equivalentes ESAL para diseño del pavimento, obteniéndose un total de 7.93+E05 como se puede notar:

Tabla 04: Cálculo ESAL

EF. IMDA	Días del año	Factor de direccional	Factor carril	FCA $(\frac{(1+r)^n}{r} - 1)$	Número de años(n)
59.9159087356	365	0.50	1.00	29.778	20
101.4689596121	365	0.50	1.00	25.289	20
ESAL = (EF. IMDA) *365*DD*DL*($\frac{(1+r)^n}{r} - 1$)					793,918.40

Fuente: Elaboración propia

Topografía

La superficie del terreno es accidentada – escarpada de acuerdo a la DG – 2018, de pendientes longitudinales mayor al 6% y pendientes transversales mayor 51 % a lo largo de la vía. El proyecto oscila entre las cotas 487.420 m.s.n.m y 1439.547 m.s.n.m y la representación gráfica de las curvas de nivel fue cada 2.5 m las curvas mayores y cada 0.5 m las curvas menores.

Se establecieron un total de 27 puntos de control vertical (BM's) a lo largo del proyecto:

Tabla 05: Coordenadas BM'S

TABLA DE BM'S				
N°	NOMBRE	PROGRESIVA	NORTE	ESTE
1	BM 0.0	0+000.00	9345044.98	754466.04
2	BM 0.5	0+500.00	9344602.10	754490.43
3	BM 1.0	1+000.00	9344125.71	754568.54
4	BM 1.5	1+500.00	9343676.48	754763.12
5	BM 2.0	2+000.00	9343390.30	755130.28
6	BM 2.5	2+500.00	9343025.92	755423.47
7	BM 3.0	3+000.00	9342712.92	755735.56
8	BM 3.5	3+500.00	9342241.11	755873.90
9	BM 4.0	4+000.00	9342027.97	756284.58

10	BM 4.5	4+500.00	9341805.01	756587.13
11	BM 5.0	5+000.00	9341568.25	756386.70
12	BM 5.5	5+500.00	9341122.97	756353.50
13	BM 6.0	6+000.00	9340820.40	756360.75
14	BM 6.5	6+500.00	9340358.03	756360.14
15	BM 7.0	7+000.00	9339887.36	756269.21
16	BM 7.5	7+500.00	9339406.69	756310.50
17	BM 8.0	8+000.00	9338928.53	756320.64
18	BM 8.5	8+500.00	9338459.41	756175.15
19	BM 9.0	9+000.00	9338070.43	755878.19
20	BM 9.5	9+500.00	9338041.97	755933.26
21	BM 10.0	10+000.00	9337863.09	756097.84
22	BM 10.5	10+500.00	9337585.60	755884.77
23	BM 11.0	11+000.00	9337339.65	755573.22
24	BM 11.5	11+500.00	9336862.68	755442.92
25	BM 12.0	12+000.00	9336496.08	755191.14
26	BM 12.5	12+500.00	9336175.86	754931.94
27	BM 13.0	13+000.00	9335968.63	754571.14

Fuente: Elaboración propia

Estudio de suelos y canteras

Una vez extraídas las muestras de suelo del proyecto, corresponde realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg:

Tabla 06: Resultados de laboratorio de suelos I

PUNTO DE INVESTIGACIÓN	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14
	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01
Progresiva (Km)	0+000	0+500	1+000	1+500	2+000	2+500	3+000	3+500	4+000	4+500	5+000	5+500	6+000	6+500
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.45
Límite líquido LL (%)	32.04	33.11	37.24	34.41	28.8	34.28	35.37	33.25	35.83	34.14	35.8	33.61	33.82	34.12
Límite Plástico LP (%)	25.35	26.27	25.00	21.22	24.92	22.45	23.37	21.04	18.04	21.21	23.04	17.31	21.84	22.47
Índice Plástico IP (%)	6.69	6.84	12.21	13.19	3.88	11.83	12.00	12.21	17.79	12.93	12.76	16.30	11.98	11.65
% Grava	57.85	60.98	46.8	22.88	30.65	48.2	48.45	48.48	56.87	52.55	52.15	49.87	52.17	53.45
% Arena	29.04	24.85	30.19	76.01	31.87	29.69	27.27	28.59	26.49	26.36	25.51	28.11	27.58	25.82
% Finos	13.11	14.47	23.01	41.11	37.48	22.11	24.28	22.93	19.64	21.09	22.34	22.02	20.25	20.73
Contenido de humedad (%)	10.22	9.75	13.59	14.60	9.90	12.6	12.87	13.05	18.32	13.45	13.1	17.65	12.59	12.31
SUCS	GM-GC	GM-GC	GC	SC	SM	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC

AASHTO	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-6 (0)	A-6 (1)	A-4 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)
---------------	--------------	--------------	--------------	------------	------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07: Resultados de laboratorio de suelos II

PUNTO DE INVESTIGACIÓN	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C-24	C-25	C-26	C-27
	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01
Progresiva (Km)	7+000	7+500	8+000	8+500	9+000	9+500	10+000	10+500	11+000	11+500	12+000	12+500	13+000
Profundidad (m)	0.45	0.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Limite liquido LL (%)	34.93	32.18	27.76	31.54	33.33	30.04	52.61	30.83	30.83	32.82	30.6	32.18	43.12
Limite Plástico LP (%)	22.88	25.68	24.17	24.76	26.62	23.16	29.89	26.91	26.91	26.07	23.66	25.47	25.42
Índice Plástico IP (%)	12.05	6.50	3.59	6.78	6.71	6.88	22.72	3.92	3.92	6.75	6.94	6.71	17.7
% Grava	54.59	63.01	59.03	61.68	63.06	10.04	7.20	24.59	15.06	20.64	10.52	7.44	10.34
% Arena	26.71	24.28	27.24	24.52	22.59	17.91	18.25	20.62	23.93	15.26	18.25	17.35	12.26
% Finos	18.70	12.71	13.73	13.8	14.35	72.05	74.55	54.79	61.01	64.1	71.23	75.21	76.40
Contenido de humedad (%)	12.79	9.81	9.22	9.90	10.10	13.71	23.65	12.60	11.95	13.30	14.22	13.61	18.20
SUCS	G-C	GM-GC	GM	GM-GC	GM-GC	ML-CL	MH	ML	ML	ML-CL	ML-CL	ML-CL	CL
AASHTO	A-2-6 (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-4 (3)	A-7-6 (17)	A-4 (0)	A-4 (1)	A-4 (3)	A-4 (3)	A-4 (4)	A-7-6 (13)

Fuente: Elaboración propia

De igual manera el ensayo de Proctor modificado y CBR:

Tabla 08: Determinación del CBR al 95% y 100%

Calicata	Progresiva (km)	PROCTOR MODIFICADO		CBR al 95%		CBR al 100%	
		Máx. Densidad Seca (%)	Óptimo Contenido de Humedad (%)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	0+000	1.542	14.990	8.10	9.80	11.30	13.30
C-03	1+000	1.561	15.317	8.53	9.78	10.21	12.33
C-05	2+000	1.533	15.425	8.02	9.11	11.32	14.36
C-07	3+000	1.545	15.696	8.11	9.23	10.55	13.87
C-09	4+000	1.598	15.814	9.10	10.80	13.30	15.30
C-11	5+000	1.603	15.948	9.19	10.82	12.55	13.74
C-13	6+000	1.595	16.121	8.51	10.03	11.12	13.09
C-15	7+000	1.622	16.331	8.78	10.51	11.15	13.30
C-17	8+000	1.613	16.507	8.29	9.80	10.66	12.13
C-19	9+000	1.634	16.670	8.51	10.80	11.30	13.31
C-21	10+000	1.503	17.201	6.15	7.40	8.50	10.00

C-23	11+000	1.534	17.405	6.94	8.12	8.21	9.55
C-25	12+000	1.498	17.623	6.76	8.00	8.35	9.81
C-27	13+000	1.591	17.80	7.08	8.23	9.13	10.32

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el análisis de Proctor modificado y CBR en los puntos mencionados bajo criterio del asesor especialista y los lineamientos de las NTP empleadas, se optó por el uso del menor de los valores de CBR al 95% a 0.2” el cual es de 7.40% para el diseño del pavimento flexible. A continuación, se muestra los resultados de los ensayos realizados a la cantera:

Tabla 09: *Resumen de resultados del laboratorio - cantera*

Ensayo/Otros	Especificación Técnica		Cantera para Afirmado
	Norma	Requerimiento	
Ensayo Granulométrico	MTC E 107		
Afirmado			
76.2 mm (3")			
50 mm (2")	% que pasa	100	96.17
25 mm (1")	% que pasa	75-95	77.73
9.5 mm (3/8")	% que pasa	40-75	58.68
4.75 mm (Nº 4)	% que pasa	30-60	42.58
2.0 mm (Nº 10)	% que pasa	20-45	32.38
4.25 um (Nº 40)	% que pasa	15-30	25.68
75 um (Nº 200)	% que pasa	0-15	15.18
Abrasión	MTC E 207	50% Max	28.2%
CBR (referido al 100% de MDS)	MTC E 132	40% Min	48.20%
Proctor modificado	MTC E 115	-	2.06 gr/cm3
Optimo Contenido de Humedad	-	-	10.61%
Gravedad Especifica	MTC E 115	-	2.06 gr/cm3
Limite Liquido	MTC E 110	35% Max	28.46%
Índice de Plasticidad	MTC E 111	4-9% Max	6.79%
Equivalente de Arena	MTC E 114	20% Min	22.80%
Clasificación SUCS	-	-	GM-GC
Clasificación AASHTO	-	-	A-2-6 (0)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el área, espesor y potencia estimada utilizable en la cantera

Tabla 10: Rendimiento de la cantera

CANTERA (Km)	ÁREA (m2)	ALTURA PROMEDIO (m)	POTENCIA (m3)
Sector Cangrejal	4,332.541	20	86,650.82

Fuente: Elaboración propia

Estudio hidrológico e hidráulico

Las precipitaciones se obtienen en base a la data histórica de las estaciones pluviométricas proporcionadas por el SENAMHI.

Tabla 11: Precipitación máxima en 24 horas (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁX	
1994	23	25	39	81.5	12.5	4.5	5	0.3	17.8	6.8	38	17.5	81.5	
1995	10.2	11	24.8	17.4	9.5	5	25.5	3.8	7.3	33.7	19.2	31	33.7	
1996	15.1	23.4	31.2	22.4	21.9	34.2	2.4	8.2	8.4	39.5	19.5	11	39.5	
1997	24.2	36	20.8	13.4	8	12.2	1	5.3	5.5	23.5	15	25.3	36	
1998	10	54	49	29.3	65.7	3	1.6	1.3	23.3	51	34.3	43.5	65.7	
1999	37.8	57	22.8	20	16.6	28	20.3	4.5	35.6	31	44.2	33	57	
2000	14.8	50	30.8	40.9	22.5	13.9	14.8	8.1	16	5.3	9	34	50	
2001	34	12.1	49.1	27.2	18	1.5	3.8	2	15.3	36.2	28.3	26.1	49.1	
2002	12.7	21.3	27.8	41.9	27	3.4	9	1.8	40	54.4	22.2	22.1	54.4	
2003	19	34.9	32	29	10.2	10.5	0.5	7.2	6.6	22	34.7	12.6	34.9	
2004	25.5	33	11.4	33.1	13.7	5.2	7.4	6	12.9	29.1	38.6	16.7	38.6	
2005	13.5	42.4	25.2	11.6	18.6	15.1	4.5	2.2	16.2	46.7	18.7	18	46.7	
2006	27	25.4	49.5	37	7.4	14.8	12.5	3.5	10.8	23.5	32.4	18.6	49.5	
2007	31.3	9.4	25.8	49.7	27.3	4	15.2	7.8	15.1	46.5	26	24.9	49.7	
2008	28	38.3	15.2	23.8	20.8	11.7	6.2	18.5	22.2	35.2	-	24.4	38.3	
2009	16	28.8	0	28.3	8.3	17	11.6	2.8	16.4	25.9	14.8	22.7	28.8	
2010	13.9	49.3	50.4	24.4	15.5	4.8	28.9	4.8	26.3	29	19.1	18.6	50.4	
2011	30.5	25	32.4	25.7	10.6	6.3	7	-	23.3	30.1	32	35.2	35.2	
2012	40.5	19.9	34.3	29.7	8.8	1.2	2	4	22.2	39.8	13.3	17.5	40.5	
2013	49	21.5	32.9	31.9	59	10.1	2.4	-	8.7	15.3	12.2	28.5	59	
2014	16.3	34.2	65	27.2	20.5	11.1	11.8	-	-	-	-	-	65	
													MAX	65.7

Fuente: Elaboración propia

Con ello determinamos el caudal que transportará las estructuras de drenaje y obras de arte.

En base a ello se tiene de manera resumida el siguiente cuadro:

Tabla 12: Caudales de aporte cunetas - alcantarillas

N° OBRA PROYEC.	TIPO DE OBRA	PROG.	CAUDALES DE APORTE		Q TOTAL (m3/s)
			QCUNETA (m3/s)	QMICROCUENCA (m3/s)	
1	Alcantarilla Alivio 01	0+660.00	0.10	0.12	0.22
2	Alcantarilla Alivio 02	0+980.00	0.05	0.15	0.20
3	Alcantarilla Alivio 03	1+520.00	0.08	0.11	0.19
4	Alcantarilla Alivio 04	1+830.00	0.05	0.04	0.09
5	Alcantarilla Alivio 05	2+220.00	0.07	0.08	0.15
6	Alcantarilla Alivio 06	2+385.76	0.03	0.12	0.15
7	Alcantarilla Alivio 07	3+048.01	0.10	0.11	0.21
8	Alcantarilla Alivio 08	3+250.00	0.04	0.09	0.13
9	Alcantarilla Alivio 09	3+467.93	0.03	0.17	0.20
10	Alcantarilla Alivio 10	3+640.00	0.02	0.09	0.11
11	Alcantarilla Alivio 11	3+830.00	0.03	0.08	0.11
12	Alcantarilla Alivio 12	4+072.45	0.04	0.12	0.16
13	Alcantarilla Alivio 13	4+260.00	0.03	0.16	0.19
14	Alcantarilla Alivio 14	4+550.00	0.05	0.12	0.17
15	Alcantarilla Alivio 15	4+750.00	0.03	0.13	0.16
16	Alcantarilla Alivio 16	4+960.00	0.02	0.09	0.11
17	Alcantarilla Alivio 17	5+175.88	0.04	0.11	0.15
18	Alcantarilla Alivio 18	5+327.73	0.09	0.12	0.21
19	Alcantarilla 01	6+380.00	0.09	1.25	1.34
20	Alcantarilla Alivio 19	6+649.08	0.04	0.09	0.13
21	Alcantarilla Alivio 20	6+970.00	0.05	0.17	0.22
22	Alcantarilla Alivio 21	7+250.00	0.04	0.09	0.13
23	Alcantarilla Alivio 22	7+700.00	0.07	0.08	0.15
24	Alcantarilla Alivio 23	8+150.00	0.07	0.12	0.19
25	Alcantarilla Alivio 24	8+400.00	0.04	0.16	0.20
26	Alcantarilla Alivio 25	8+600.00	0.03	0.12	0.15
27	Alcantarilla Alivio 26	8+800.00	0.03	0.13	0.16
28	Alcantarilla Alivio 27	9+000.00	0.03	0.07	0.10
29	Alcantarilla Alivio 28	9+450.00	0.07	0.09	0.16
30	Alcantarilla 02	10+362.77	0.13	0.95	1.08
31	Alcantarilla Alivio 29	10+550.00	0.03	0.18	0.21
32	Alcantarilla 03	11+550.00	0.11	0.80	0.91
33	Alcantarilla Alivio 30	11+750.00	0.03	0.13	0.16
34	Alcantarilla Alivio 31	12+081.55	0.05	0.19	0.24
35	Alcantarilla 04	12+456.64	0.13	1.10	1.23

Fuente: Elaboración propia

Diseño

Diseño geométrico

De acuerdo con el estudio de tránsito la vía de estudio presenta un IMDA calculado a un periodo de 20 años de diseño de 375 veh/día, el cual clasifica a la carretera en tercera clase de acuerdo con la normativa DG-2018 del MTC.

Para una carretera de tercera clase y una orografía de accidentado a escarpado (como es el caso de nuestro proyecto) se tiene una velocidad de diseño de 30 km/h.

Longitud mínima entre curvas del mismo sentido igual a 40 m por tener una velocidad de diseño de 30 km/h.

Para una velocidad de 30 km/h, un peralte máximo de 12% y $f_{\text{máx}} = 0.17$. El radio mínimo por usar es de $R=25$ m. A continuación, se presenta de manera resumida los datos del Diseño Geométrico de la vía:

Tabla 13: Resumen del diseño geométrico

RESUMEN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO	
Tramo:	Km: 0+000 – 13+053
Topografía del terreno:	Accidentado – Escarpado
Velocidad de diseño:	30 km/h
Dist. de visibilidad de parada:	35 m
Radio mínimo:	25 m
Pendiente mínima:	0.50%
Pendiente máxima:	10%
Derecho de vía:	8 m (a cada lado de eje)
Ancho de carril:	3 m
Ancho de berma:	0.50 m
Ancho de calzada:	6 m
Bombeo:	2.0%
Peralte máximo:	12%
Talud de corte (h:v):	1:1
Talud de relleno (v:h):	2:1
Cunetas:	0.90 m x 0.40 m (hxv)

Fuente: Elaboración propia

Diseño de pavimento

De acuerdo con el estudio de tránsito la vía de estudio presenta un IMDA calculado a un periodo de 20 años de diseño de 375 veh/día, el cual clasifica a la carretera en tercera clase de acuerdo con la normativa DG-2018 del MTC. Siendo el vehículo de mayor carga de tránsito es el camión C2, asimismo, es el vehículo con mayor limitación de acceso.

Así mismo, se determinó de acuerdo a una evaluación técnica – económica, la aplicación de pavimento flexible mediante la metodología de diseño AASHTO 93, en la cual al estudio de tránsito la máxima carga de diseño vehicular es la de tipo camión C2, reajustando los valores de IMD a 209 veh/día, la cual bajo el diseño de una sola vía de dos carriles se considera el 100% de diseño, determinándose el número promedio de cada tipo de vehículo esperado en el carril de diseño en el primer año de 76,285 vehículos, con factor de crecimiento de 1.04 % para vehículos de pasajeros y 1.024 % de vehículos de carga, se calculó el EAL de diseño, determinándose un total de 793,918.40 con los datos de Factor de Carga Equivalente por Tipo de Vehículo.

Como nuestro EAL de diseño es de 7.94×10^5 le corresponde un valor del 75% de análisis de ensayo de CBR de acuerdo con el EAL equivalente, determinándose valores de CBR en cada punto investigado, 14 en total, de la cuales se ha seleccionado el menor de los valores cada kilómetro de estudio, valores al 95% de la MDS de diseño de pavimentos, concluyendo con la determinación de dos CBR de diseño: 7.40%.

Para determinar el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método AASHTO 93, se ha establecido un periodo de diseño de 20 años, rejunando el número de ejes equivalente ESAL a 7.94×10^5 , determinándose valores de módulo resiliente por cada elemento de la estructura del pavimento, siendo $M_r = 14'430.00$ PSI para el valor de la subrasante de diseño.

Tabla 14: *Determinación del módulo resiliente por capas del pavimento*

CAPA	SUB-RASANTE	SUB-BASE	BASE
CBR	7.4 %	40.0 %	80.0 %
MR (psi)	14,430.00	60,000.00	120,000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: *Cálculo de espesores de la estructura del pavimento de diseño*

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.41	5.55	8.00	20.00	16.00
2	2.41	3.34	5.00	20.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro caso en estudio, se ha considerado la alternativa N° 2

Tabla 16: *Estructura del pavimento de diseño*

CAPAS	Espesor Asumido (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base Granular	20.00
TOTAL	25.00

Fuente: Elaboración propia

Diseño de drenaje y obras de arte

Según el cálculo de las estructuras de drenaje y obras de arte en base a los caudales de diseño 0.134 m³/seg (para cunetas), 1.34 m³/seg (para alcantarillas de paso) y ...0.238 m³/seg (para alcantarillas de alivio) se tienen las dimensiones siguientes:

- Cunetas de concreto: 0.90 x 0.40 m (bxh)
- Alcantarillas de paso: 1.00 x 1.00 m (bxh)
- Alcantarillas de alivio: Corrugado TMC D=36"

Además, se menciona las características de dichas estructuras:

- Concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$
- Acero Corrugado $f^y=4200\text{kg/cm}^2 @ 0.20$

Aspectos ambientales

Impacto Ambiental

Tabla 17: Resumen Impacto Ambiental

IMPACTO AMBIENTAL	UND	METR.	P.U	508,832.90
Acondicionamiento de depósito de material excedente	m2	59,218.18	6.43	380,772.90
Programa de contingencias	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
Programa capacitación y educación ambiental	mes	8.00	2,000.00	16,000.00
mitigación ambiental	glb	1.00	18,500.00	18,500.00
Programa de control y seguimiento	mes	8.00	9,500.00	76,000.00
Reacondicionamiento de área de campamento y patio de maquina	m2	1,000.00	7.56	7,560.00

Fuente: Elaboración propia

Costos y presupuestos

Presupuesto

Tabla 18: Presupuesto del proyecto

COSTO DIRECTO	8,421,981.12
GASTOS GENERALES (18.88% CD)	1,590,154.75
UTILIDAD (10%)	842,198.11
=====	
SUB TOTAL	10,854,333.98
IGV (18%)	1,953,780.12
=====	
VALOR REFERENCIAL	12,808,114.10
SUPERVISION (4.09% VR)	524,283.95
=====	
PRESUPUESTO TOTAL	13,332,398.05

Son: Trece millones trescientos treinta y dos mil trescientos noventa y ocho con 05/100

Fuente: Elaboración propia

Fórmula Polinómica

La fórmula polinómica nos servirá para determinar el coeficiente de reajuste K para reajustar las valorizaciones de obra en base a la variación de los precios a través del tiempo, es por eso que se tiene:

$$K = 0.134*(Jr / Jo) + 0.116*(Ar / Ao) + 0.141*(Hr / Ho) + 0.609*(Mr / Mo)$$

Tabla 19: *Fórmula polinómica*

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.134	100.000	J	47	Mano de obra inc. leyes sociales
2	0.116	100.000	A	13	Asfalto
3	0.141	100.000	H	38	Hormigón
4	0.609	100.000	M	49	Maquinaria y equipo importado

Fuente: Elaboración propia

Cronograma

Por último, es necesario la representación gráfica de cuánto demora ejecutar cada una de las actividades del proyecto. En nuestro caso, el plazo de ejecución total de la obra es de 240 días calendario.

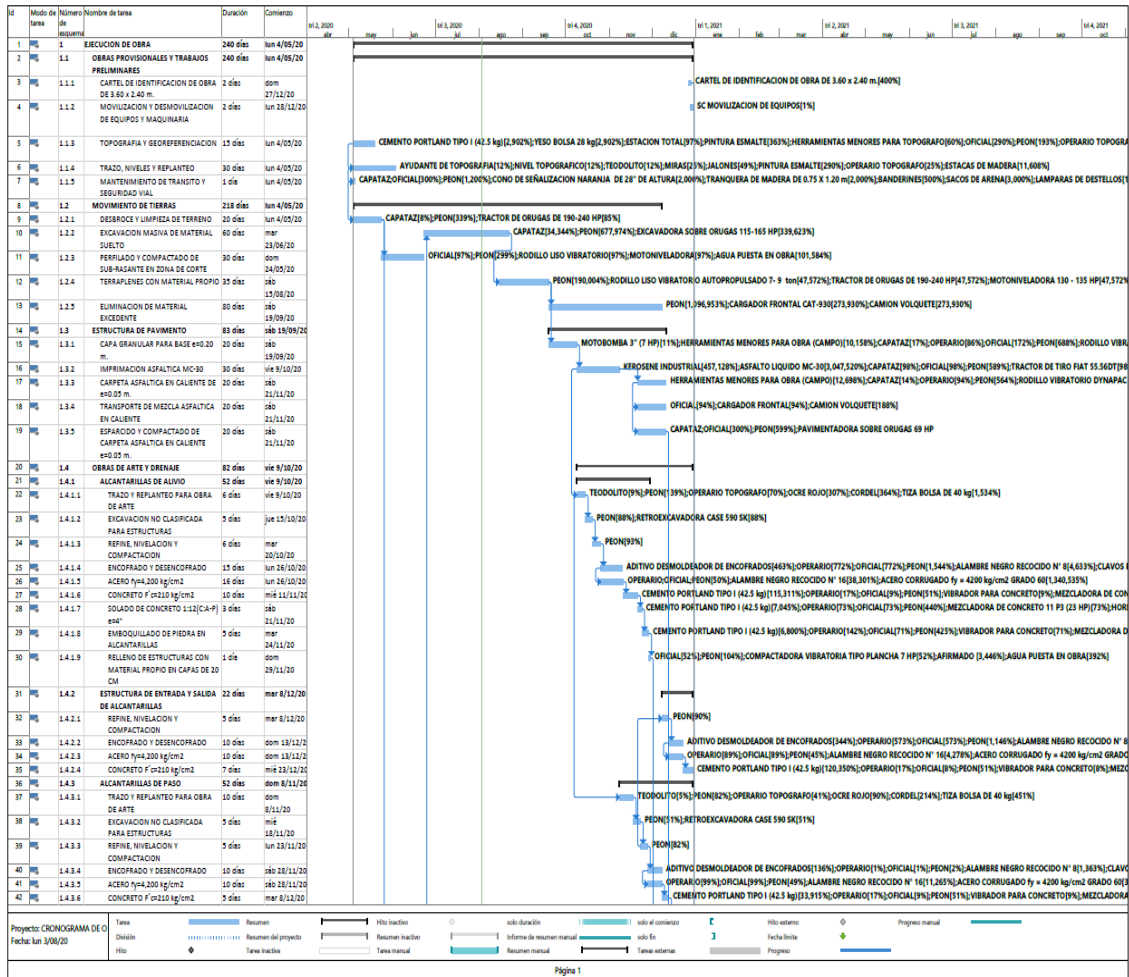


Figura 02: Cronograma Gantt

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

Estudio preliminar

Diagnóstico Situacional

Accesibilidad

Debido al actual estado en que se encuentra la carretera, la transitabilidad se dificulta aún más en temporada de lluvias, adicionalmente en tiempo de secano el tránsito vehicular genera el levantamiento de partículas de polvo perjudicando la salud de los pobladores de la zona.

Ingeniería básica

Estudio de tráfico

Si bien es cierto la demanda actual de vehículos que transitan por la vía es de 183 veh/día, estos se ven obligados a recorrer la vía en mayor tiempo y generando mayores gastos de mantenimiento por el mal estado de la carretera

Aun así, dentro del estudio de tráfico se ha determinado la cantidad de Ejes Equivalentes ESAL para diseño del pavimento, obteniéndose un total de 7.93×10^5 .

Topografía

La superficie del terreno es accidentada – escarpada de acuerdo a la DG – 2018, de pendientes longitudinales mayor al 6% y pendientes transversales mayor 51 % a lo largo de la vía. El proyecto oscila entre las cotas 487.420 m.s.n.m y 1439.547 m.s.n.m y la representación gráfica de las curvas de nivel fue cada 2.5 m las curvas mayores y cada 0.5 m las curvas menores.

Por la longitud y geografía donde se localiza la vía carrozable en estudio, fue necesario establecer un total de 27 puntos de control vertical (BM's) a lo largo del proyecto.

Estudio de suelos y canteras

Realizada la extracción de las muestras de suelo del terreno a lo largo del trazo, se procedió a realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg. Esto con la finalidad de conocer las características del suelo que nos permitirá definir la estructura del pavimento a considerar.

Se optó por el uso del menor de los valores de CBR al 95% a 0.2” el cual es de 7.40% para el diseño del pavimento flexible.

En cuanto al material de cantera, los análisis realizados arrojaron resultados favorables para su uso como Base Granular. Sobre el volumen de la cantera, esta garantiza la cantidad necesaria para emplearla en el proyecto.

Estudio hidrológico e hidráulico

Las precipitaciones se obtienen en base a la data histórica de las estaciones pluviométricas proporcionadas por el SENAMHI. Con esta información se determina el caudal que transportará las estructuras de drenaje y obras de arte planteadas. En base a ello se ha planteado una serie de obras de arte como las alcantarillas de paso y las alcantarillas de alivio.

Las alcantarillas, tiene como función evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.

Sobre la cantidad de alcantarillas consideradas en el proyecto, se ha tomado en cuenta la adecuada elección de su ubicación, priorizando lo técnico sobre lo económico. La ubicación óptima de las alcantarillas ha dependido de su alineamiento y pendiente, la cual se logrado proyectando dicha estructura siguiendo la alineación y pendiente del cauce natural.

Diseño

Diseño geométrico

De acuerdo con el estudio de tránsito la vía de estudio presenta un IMDA calculado a un periodo de 20 años de diseño de 375 veh/día, el cual clasifica a la carretera en tercera clase de acuerdo con la normativa DG-2018 del MTC.

Para una carretera de tercera clase y una orografía de accidentado a escarpado (como es el caso de nuestro proyecto) se tiene una velocidad de diseño de 30 km/h.

Para una velocidad de 30 km/h, un peralte máximo de 12% y $f_{\text{máx}} = 0.17$. El radio mínimo por usar es de $R=25$ m.

Sobre las características geométricas de la vía, los resultados se ajustan a la normatividad vigente como es la DG-2018 del MTC

Diseño de pavimento

Para determinar el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método AASHTO 93, se ha establecido un periodo de diseño de 20 años, rejunando el número de ejes equivalente ESAL a 7.94×10^5 , determinándose valores de módulo resiliente por cada elemento de la estructura del pavimento, siendo $M_r = 14'430.00$ PSI para el valor de la subrasante de diseño.

Tabla 20: *Cálculo de espesores de la estructura del pavimento de diseño*

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.41	5.55	8.00	20.00	16.00
2	2.41	3.34	5.00	20.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro caso en estudio, se ha considerado la alternativa N° 2. Finalmente, la estructura del pavimento ha quedado definida como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 21: Estructura del pavimento de diseño

CAPAS	Espesor Asumido (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base Granular	20.00
TOTAL	25.00

Fuente: Elaboración propia

Diseño de drenaje y obras de arte

Según el cálculo de las estructuras de drenaje y obras de arte en base a los caudales de diseño 0.134 m³/seg (para cunetas), 1.34 m³/seg (para alcantarillas de paso) y de 0.238 m³/seg (para alcantarillas de alivio) se tienen las dimensiones siguientes:

- Cunetas de concreto: 0.90 x 0.40 m (bxh)
- Alcantarillas de paso: 1.00 x 1.00 m (bxh)
- Alcantarillas de alivio: Corrugado TMC D=36"

Asimismo, se tienen las siguientes características técnicas de dichas estructuras:

- Concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$
- Acero Corrugado $f'_y=4200\text{kg/cm}^2 @ 0.20$

Aspectos ambientales

Impacto Ambiental

Sobre los impactos ambientales que se generarán durante el desarrollo de la obra, en el presente estudio se ha considerado una serie actividades necesarias para mitigar sus efectos a través de la ejecución de diferentes componentes cuyo costo de implementación asciende a S/. 508,832.90 soles

Costos y presupuestos

Sobre el presupuesto necesario para la ejecución del presente proyecto, este resulta de la ejecución de una serie de partidas, cuyos metrados y costos unitarios se encuentran desarrollados y anexados al presente estudio. Asimismo, los otros costos que componen la estructura del presupuesto, se describen en el siguiente cuadro:

Tabla 22: *Presupuesto del proyecto*

COSTO DIRECTO	8,421,981.12
GASTOS GENERALES (18.88% CD)	1,590,154.75
UTILIDAD (10%)	842,198.11
=====	
SUB TOTAL	10,854,333.98
IGV (18%)	1,953,780.12
=====	
VALOR REFERENCIAL	12,808,114.10
SUPERVISION (4.09% VR)	524,283.95
=====	
PRESUPUESTO TOTAL	13,332,398.05

Son: Trece millones trescientos treinta y dos mil trescientos noventa y ocho con 05/100

Fuente: Elaboración propia

Fórmula Polinómica

Sobre la Fórmula polinómica, tanto su elaboración como la aplicación de la misma, se encuentra sujeta a lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 011-79-VC, es por eso que se tiene:

$$K = 0.134*(Jr / Jo) + 0.116*(Ar / Ao) + 0.141*(Hr / Ho) + 0.609*(Mr / Mo)$$

Tabla 23: *Fórmula polinómica*

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.134	100.000	J	47	Mano de obra inc. leyes sociales
2	0.116	100.000	A	13	Asfalto

3	0.141	100.000	H	38	Hormigón
4	0.609	100.000	M	49	Maquinaria y equipo importado

Fuente: Elaboración propia

Cronograma

Por último, es necesario la representación gráfica de cuánto demora ejecutar cada una de las actividades del proyecto. En nuestro caso, el plazo de ejecución total de la obra es de 240 días calendario.

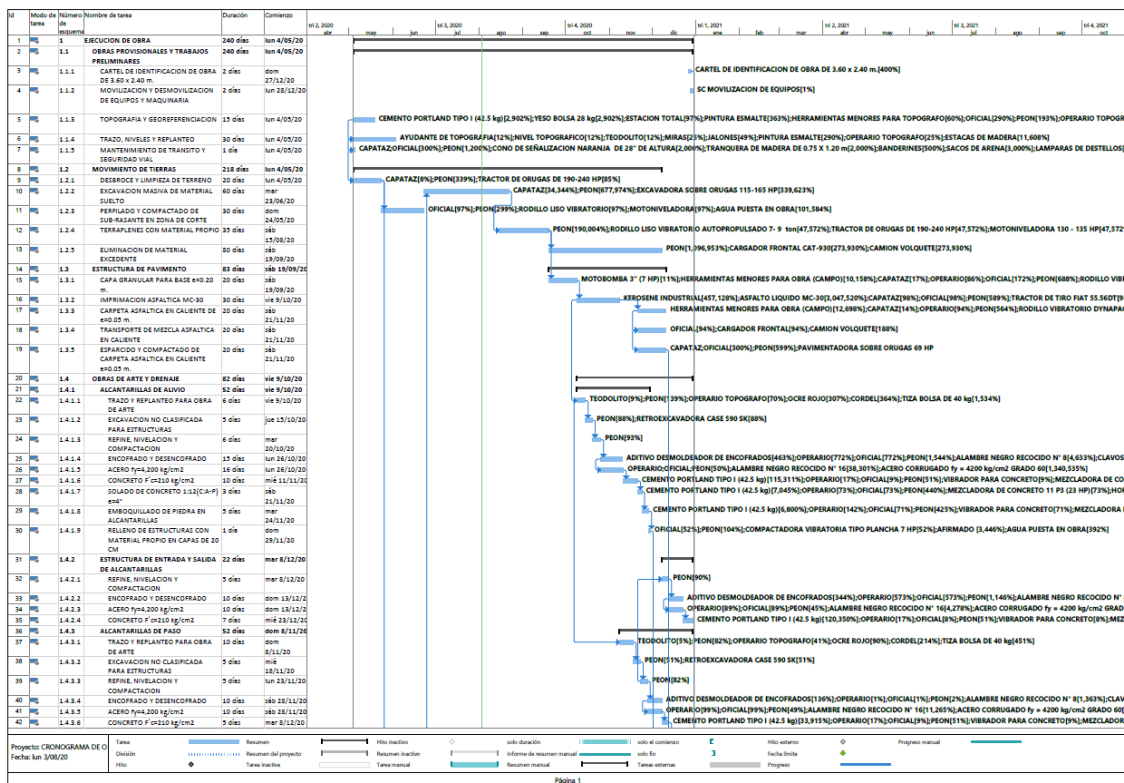


Figura 03: Cronograma Gantt

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

Estudio preliminar

Diagnóstico Situacional

Accesibilidad

Debido al mal estado en que se encuentra la trocha carrozable, la transitabilidad se dificulta aún más en temporada de lluvias, lo que genera un mayor gasto de la población por el incremento del costo del flete como consecuencia del incremento del consumo de combustible y del mantenimiento y reparación de los vehículos, adicionalmente en tiempo de secano el tránsito vehicular genera el levantamiento de partículas de polvo perjudicando la salud de los pobladores de la zona, así como del incremento de gastos en el mantenimiento de sus viviendas.

Ingeniería básica

Estudio de tráfico

Si bien es cierto la demanda actual de vehículos que transitan por la vía es de 183 veh/día, estos se ven obligados a recorrer la vía en mayor tiempo por las condiciones en las que se encuentra la vía, lo cual genera mayores gastos en combustible, así como de los gastos de reparación y mantenimiento por el mal estado de la carretera

En el estudio de tráfico se ha determinado la cantidad de Ejes Equivalentes ESAL para el diseño del pavimento, obteniéndose un total de 7.93×10^5 .

Topografía

De acuerdo a la zona en estudio, la superficie del terreno es accidentada – escarpada de acuerdo a la DG – 2018, de pendientes longitudinales mayor al 6% y pendientes transversales mayor 51 % a lo largo de todo el recorrido de la vía. A lo largo del recorrido de la vía, se tiene cotas que varían desde 487.42 m.s.n.m y 1439.55 m.s.n.m, tomándose para la representación gráfica, curvas de nivel cada 2.5 m para las curvas mayores y cada 0.5 m para las curvas menores.

Por la longitud y geografía donde se localiza la vía carrozable en estudio, fue necesario establecer un total de 27 puntos de control vertical (BM's) a lo largo de todo el proyecto.

Estudio de suelos y canteras

Habiéndose realizado la extracción de las muestras de suelo del terreno a lo largo del trazo, se realizaron los ensayos de granulometría, límites de Atterberg. Esto permitió conocer las características del suelo y que a su vez definió la estructura del pavimento a considerar.

De los CBR's que se obtuvieron, se optó por utilizar el menor de los valores de CBR al 95% a 0.2" el cual es de 7.40% para el diseño del pavimento flexible. El valor del CBR elegido garantiza un diseño del pavimento más adecuado para la vía

En cuanto al material de cantera, los análisis realizados arrojaron resultados favorables para su uso como Base Granular. Sobre el volumen de la cantera, esta garantiza la cantidad necesaria para emplearla en el proyecto.

Estudio hidrológico e hidráulico

Las precipitaciones se han obtenido en base a la data histórica de las estaciones pluviométricas proporcionadas por el SENAMHI. Con esta información se ha determinado el caudal que transportará las estructuras de drenaje y obras de arte planteadas. En base a ello se ha planteado una serie de obras de arte como las alcantarillas de paso y las alcantarillas de alivio.

Las alcantarillas, tiene como función evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.

Sobre la cantidad de alcantarillas consideradas en el proyecto, se ha tomado en cuenta la adecuada elección de su ubicación, priorizando lo técnico sobre lo económico. La ubicación óptima de las alcantarillas ha dependido de su alineamiento y pendiente, la cual se logrado proyectando dichas estructuras siguiendo la alineación y pendiente del cauce natural.

Diseño

Diseño geométrico

Según la normativa DG-2018 del MTC y de acuerdo con el estudio de tránsito, la vía en estudio presenta un IMDA calculado a un periodo de 20 años de diseño de 375 veh/día, el cual clasifica a la carretera en una de tercera clase.

Para una carretera de tercera clase y una orografía de accidentado a escarpado (como es el caso de nuestro proyecto) se tiene una velocidad de diseño de 30 km/h.

Para una velocidad de 30 km/h, un peralte máximo de 12% y $f_{m\acute{a}x} = 0.17$. El radio mínimo por usar es de $R=25$ m.

Finalmente, según las características geométricas de la vía, los resultados se ajustan a la normatividad vigente como es la DG-2018 del MTC

Diseño de pavimento

Para determinar el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método AASHTO 93, se ha establecido un periodo de diseño de 20 años, rejunando el número de ejes equivalente ESAL a 7.94×10^5 , determinándose valores de módulo resiliente por cada elemento de la estructura del pavimento, siendo $M_r = 14'430.00$ PSI para el valor de la subrasante de diseño.

Finalmente, la estructura del pavimento ha quedado definida como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 24: Estructura del pavimento de diseño

CAPAS	Espesor Asumido (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base Granular	20.00
TOTAL	25.00

Fuente: Elaboración propia

Diseño de drenaje y obras de arte

Según el cálculo de las estructuras de drenaje y obras de arte en base a los caudales de diseño 0.134 m³/seg (para cunetas), 1.34 m³/seg (para alcantarillas de paso) y de 0.238 m³/seg (para alcantarillas de alivio) se tienen las dimensiones siguientes:

- Cunetas de concreto: 0.90 x 0.40 m (bxh)
- Alcantarillas de paso: 1.00 x 1.00 m (bxh)
- Alcantarillas de alivio: Corrugado TMC D=36"

Asimismo, se tienen las siguientes características técnicas de dichas estructuras:

- Concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$
- Acero Corrugado $f'_y=4200\text{kg/cm}^2 @ 0.20$

Aspectos ambientales

Impacto Ambiental

Sobre los impactos ambientales que se generarán durante el desarrollo de la obra, en el presente estudio se ha considerado una serie actividades necesarias para mitigar sus efectos a través de la ejecución de diferentes componentes cuyo costo de implementación asciende a S/. 508,832.90 soles

Costos y presupuestos

Sobre el presupuesto necesario para la ejecución del presente proyecto, este resulta de la ejecución de una serie de partidas, cuyos metrados y costos unitarios se encuentran desarrollados y anexados al presente estudio. Asimismo, los otros costos que componen la estructura del presupuesto, se describen en el siguiente cuadro:

Tabla 25: Presupuesto del proyecto

COSTO DIRECTO	8,421,981.12
GASTOS GENERALES (18.88% CD)	1,590,154.75
UTILIDAD (10%)	842,198.11
=====	
SUB TOTAL	10,854,333.98
IGV (18%)	1,953,780.12
=====	
VALOR REFERENCIAL	12,808,114.10
SUPERVISION (4.09% VR)	524,283.95
=====	
PRESUPUESTO TOTAL	13,332,398.05

Son: Trece millones trescientos treinta y dos mil trescientos noventa y ocho con 05/100

Fuente: Elaboración propia

Fórmula Polinómica

Sobre la Fórmula polinómica, tanto su elaboración como la aplicación de la misma, se encuentra sujeta a lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 011-79-VC, es por eso que se tiene:

$$K = 0.134*(Jr / Jo) + 0.116*(Ar / Ao) + 0.141*(Hr / Ho) + 0.609*(Mr / Mo)$$

Tabla 26: Fórmula polinómica

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.134	100.000	J	47	Mano de obra inc. leyes sociales
2	0.116	100.000	A	13	Asfalto
3	0.141	100.000	H	38	Hormigón
4	0.609	100.000	M	49	Maquinaria y equipo importado

Fuente: Elaboración propia

Cronograma

Por último, es necesario la representación gráfica de cuánto demora ejecutar cada una de las actividades del proyecto. En nuestro caso, el plazo de ejecución total de la obra es de 240 días calendario.

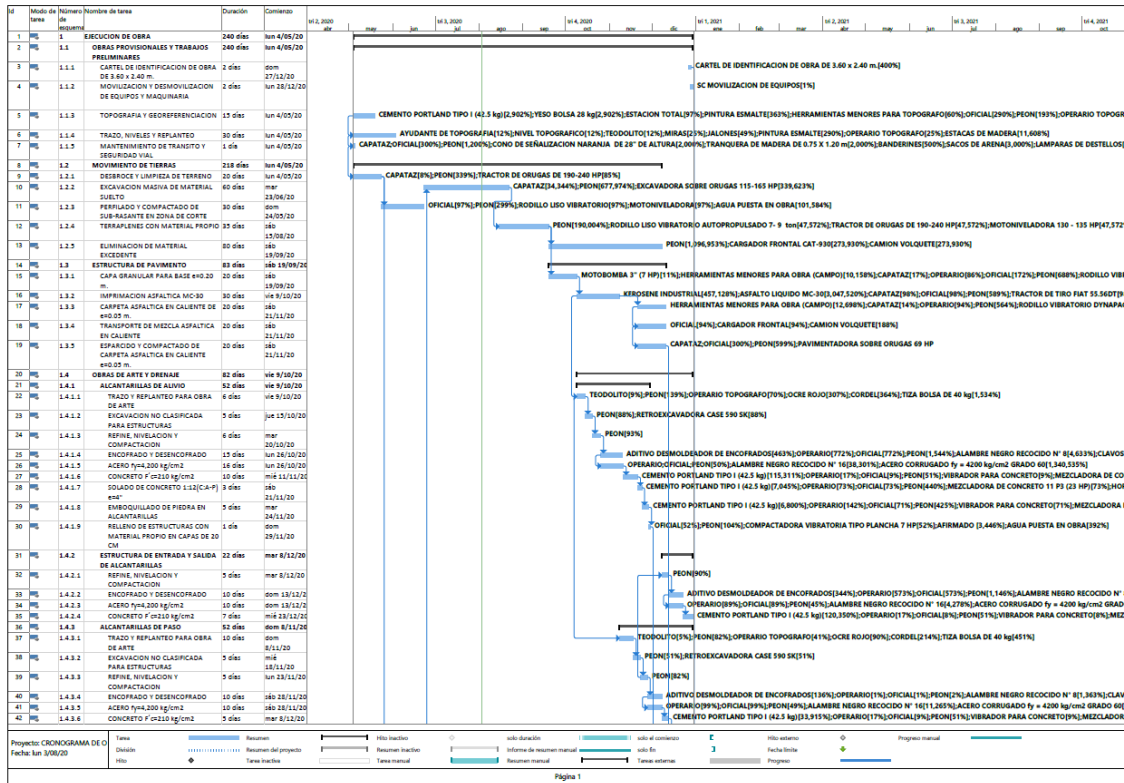


Figura 04: Cronograma Gantt

Fuente: Elaboración propia

VI. RECOMENDACIONES

Estudio preliminar

Diagnóstico Situacional

Accesibilidad

Debido al mal estado en que se encuentra la trocha carrozable, dificultándose la transitabilidad aún más en temporada de lluvias, generando un mayor gasto a la población por el incremento del costo de los pasajes y el flete como consecuencia del incremento del consumo de combustible, mayor tiempo empleado en su recorrido y del mantenimiento y reparación de los vehículos; adicionalmente en tiempo de secano el tránsito vehicular genera el levantamiento de partículas de polvo perjudicando la salud de los pobladores de la zona, así como del incremento de gastos en el mantenimiento de sus viviendas.

Por lo anteriormente expuesto, se justifica su intervención inmediata para mejorar las condiciones de la vía y por ende beneficiar a la población con un servicio de calidad.

Ingeniería básica

Estudio de tráfico

Sobre la demanda actual de vehículos que transitan por la vía esta es de 183 veh/día, al mejorar su plataforma de rodadura, estos recorrerán la vía en menor tiempo por las mejores condiciones en las que se encontraría la vía, lo cual disminuirá los gastos en combustible, así como de los gastos de reparación y mantenimiento de los vehículos

Topografía

Sobre la topografía de la zona de estudio, la cual ya se encuentra definida por la vía carrozable existente, la superficie del terreno es accidentada – escarpada de acuerdo a la DG – 2018, de pendientes longitudinales mayor al 6% y pendientes transversales mayor 51 % a lo largo de todo el recorrido de la vía. A lo largo del recorrido de la vía, se tiene cotas que varían desde 487.42 m.s.n.m y 1439.55 m.s.n.m, tomándose para la representación gráfica, curvas de nivel cada 2.5 m para las curvas mayores y cada 0.5 m para las curvas menores.

Se recomienda mantener el trazo y respetar los anchos de vía, así como del área necesaria para el desarrollo de las curvas y los 27 puntos de control vertical (BM's).

Estudio de suelos y canteras

Habiéndose realizado la extracción de las muestras de suelo del terreno a lo largo del trazo, se realizaron los ensayos de granulometría, límites de Atterberg. Esto permitió conocer las características del suelo y que a su vez definió la estructura del pavimento a considerar.

En cuanto al material de cantera, los análisis realizados arrojaron resultados favorables para su uso como Base Granular. Sobre el volumen de la cantera, esta garantiza la cantidad necesaria para emplearla en el proyecto.

Considerando que cada proyecto es único, los resultados obtenidos, deben ser sólo utilizados para el presente proyecto, sobre todo para aquellos resultados que corresponden a las calicatas hechas a lo largo del trazo de la vía.

Estudio hidrológico e hidráulico

Las precipitaciones se han obtenido en base a la data histórica de las estaciones pluviométricas proporcionadas por el SENAMHI. Con esta información se ha determinado el caudal que transportará las estructuras de drenaje y obras de arte planteadas. En base a ello se ha planteado una serie de obras de arte como las alcantarillas de paso y las alcantarillas de alivio.

Sobre la cantidad de alcantarillas consideradas en el proyecto, se ha tomado en cuenta la adecuada elección de su ubicación, priorizando lo técnico sobre lo económico. La ubicación óptima de las alcantarillas ha dependido de su alineamiento y pendiente, la cual se logró proyectando dichas estructuras siguiendo la alineación y pendiente del cauce natural.

Durante el desarrollo de la ejecución del presente proyecto, se debe respetar la ubicación de las estructuras de drenaje y de evacuación según lo descrito en los planos.

Diseño

Diseño geométrico

Según la normativa DG-2018 del MTC y de acuerdo con el estudio de tránsito, la vía en estudio presenta un IMDA calculado a un periodo de 20 años de diseño de 375 veh/día, el cual clasifica a la carretera en una de tercera clase.

Para una carretera de tercera clase y una orografía de accidentado a escarpado (como es el caso de nuestro proyecto) se tiene una velocidad de diseño de 30 km/h.

Para una velocidad de 30 km/h, un peralte máximo de 12% y $f_{\text{máx}} = 0.17$. El radio mínimo por usar es de $R=25$ m.

Finalmente, según las características geométricas de la vía, los resultados se ajustan a la normatividad vigente como es la DG-2018 del MTC

De lo descrito líneas arriba, el diseño geométrico obedece a las características geográficas y topográficas de la zona, además del tipo de tránsito, por lo cual debe respetarse la propuesta de diseño por estar ajustado a la normativa vigente.

Diseño de pavimento

La estructura del pavimento ha quedado definida como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 27: Estructura del pavimento de diseño

CAPAS	Espesor Asumido (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base Granular	20.00
TOTAL	25.00

Fuente: Elaboración propia

Dado que la estructura del pavimento ha sido concebida por las condiciones de transitabilidad (suelo, tránsito y tipo de pavimento), esta propuesta técnica debe mantenerse mientras las condiciones anteriormente descritas no varíen

Diseño de drenaje y obras de arte

Según el cálculo de las estructuras de drenaje y obras de arte tienen las dimensiones siguientes:

- Cunetas de concreto: 0.90 x 0.40 m (bxh)
- Alcantarillas de paso: 1.00 x 1.00 m (bxh)
- Alcantarillas de alivio: Corrugado TMC D=36"

Asimismo, se tienen las siguientes características técnicas de dichas estructuras:

- Concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$
- Acero Corrugado $f'_y=4200\text{kg/cm}^2 @ 0.20$

Estas características técnicas de las obras de drenaje y de las obras de arte, corresponden al desarrollo del cálculo hidráulico y estructural, por lo tanto, estas son únicas, las mismas que deben respetarse en la ejecución del proyecto.

Aspectos ambientales

Impacto Ambiental

Sobre los impactos ambientales que se generarán durante el desarrollo de la obra, en el presente estudio se ha considerado una serie actividades necesarias para mitigar sus efectos a través de la ejecución de diferentes componentes cuyo costo de implementación asciende a S/. 508,832.90 soles

Finalmente, como parte de la obligatoriedad de mitigar los impactos ambientales que pudieran generarse durante la ejecución del presente proyecto, se recomienda cumplir con la implementación del plan de mitigación ambiental propuesto.

Costos y presupuestos

Sobre el presupuesto necesario para la ejecución del presente proyecto, este resulta de la ejecución de una serie de partidas, cuyos metrados y costos unitarios se encuentran desarrollados y anexados al presente estudio. Los costos y el presupuesto desarrollado,

tiene vigencia de 9 meses desde la fecha en la que se aprueba el presente estudio, luego del cual, se requiere su actualización para su ejecución.

Fórmula Polinómica

Sobre la Fórmula polinómica, tanto su elaboración como la aplicación de la misma, se encuentra sujeta a lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 011-79-VC, la misma que debe mantenerse durante ejecución del proyecto.

$$K = 0.134*(Jr / Jo) + 0.116*(Ar / Ao) + 0.141*(Hr / Ho) + 0.609*(Mr / Mo)$$

Cronograma

El plazo de ejecución total del proyecto es de 240 días calendario.

REFERENCIAS

Mendoza, Alberto; Contreras, Andrés y Gutiérrez, José. Eficacia y/o efectividad de medidas de seguridad vial en diferentes países. Publicación Técnica No 342. Sanfandilla: Instituto Mexicano del Transporte, 2008. 96 pp.

Investigaciones y Casos de Estudio en Seguridad Vial por Alejandro Taddia [et.al.]. Washington D. C: Editorial del BID, 2013. 58 pp.

Soluciones e Innovaciones Tecnológicas de Mejoramiento de Vías de Bajo Tránsito por Juan Saavedra [et al.]. Colombia: Editorial CAF, 2010. 100 pp. ISBN: 978-980-6810-49-5.

ALVAREZ, Edwin. Diseño del Pavimento Flexible de la Carretera Baños del Inca, Otuzco, Provincia de Cajamarca usando el método AASHTO. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, 2016. 133 pp.

DAMIAN, Katerin y AVALOS, Sonia. Investigación de las condiciones de transitabilidad vial de la avenida 12 de noviembre del Centro Poblado Alto Trujillo, Distrito de Porvenir, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Trujillo – La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de Ingeniería, 2015. 118 pp.

COBEÑAS, Pablo. Sistema de Contención Vehicular. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012. 101 pp.

NUÑEZ, Jaime. Fallas Presentadas en La Construcción de Carreteras Asfaltadas. Tesis (Grado de Master en Ingeniería Civil con Mención a Ingeniería Vial). Piura: Universidad de Piura, facultad de Ingeniería, 2014. 135 pp.

GONZÁLES, William. Propuesta de I+D+I de Instrumentos de Medición de Niveles de Serviciabilidad de Carreteras Asfaltadas: Un Aporte de Innovación Tecnológica al Mantenimiento de Obras de Infraestructura Vial. Tesis (Grado de Master en Gestión Tecnológica Empresarial). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de Ingeniería, 2009. 94 pp.

TRONCOSO, José y VALVERDE, Larry. Diseño del Pavimento Asfáltico de la Carretera Mollebaya – Pochi Km: 1 +000 a 4+000. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, facultad de Ingeniería Civil, 2015. 335 pp.

PURISACA, Nelson. Diseño Geométrico de la Carretera: Pueblo Joven Federico Villarreal – Centro Poblado M. Las Salina, Distrito de Túcume – Lambayeque – Lambayeque. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura, 2015. 95 pp.

CASTOPE, Miguel. Estudio Definitivo de La Carretera Centro Poblado Insulas – Centro Poblado El Faique, distrito de Olmos, provincia Lambayeque, región Lambayeque. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura, 2017. 293 pp.

FERNÁNDEZ, Marco y PAICO, Oscar. Estudio Definitivo de La Carretera empalme R36 (Congacha – Marayhuaca) Caserío Cueva Blanca, Distrito de Incahuasi, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lambayeque – Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura, 2016. 390 pp.

Levantamiento Topográfico por Diego Rengifo [et al.]. Arequipa: Editorial San Benito, 2014, p.35.

El Estudio Hidrológico por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: SN Editorial, 2018, p.284.

El Estudio de Mecánica de Suelos por el Manual de Carreteras: Suelo, Geología y Pavimentos. Lima: SN Editorial, 2014, p.355.

Definición calicata por Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima: SN Editorial, 2008, p. 13.

El ensayo de Granulometría por el Manual de Carreteras: Suelo, Geología y Pavimentos. Lima: SN Editorial, 2014, p. 355.

Los Límites de Atterberg por el Manual de Carreteras: Suelo, Geología y Pavimentos. Lima: SN Editorial, 2014, p. 355.

El ensayo de Densidad y Humedad por el Manual de Carreteras: Suelo, Geología y Pavimentos. Lima: SN Editorial, 2014, p. 355.

La clasificación SUCS por Borselli. México: SN Editorial, 2013, p.38.

El ensayo de CBR por el Manual de Carreteras: Suelo, Geología y Pavimentos. Lima: SN Editorial, 2014, p. 355.

El Estudio de Seguridad Vial por el Manual de Seguridad Vial. Lima: SN Editorial, 2016, p.326.

La Distancia de Visibilidad por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: SN Editorial, 2018, p.284.

Las curvas según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: SN Editorial, 2018, p.284.

El Diseño de Señalización y Seguridad Vial según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: SN Editorial, 2018, p.284.

El Análisis del Impacto Socio – Ambiental según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: SN Editorial, 2018, p.284.

ANÁLISIS DE DISTANCIA A LA VISTA EN EL PROCESO DE DISEÑO DE CARRETERAS: PRÁCTICA DE SERBIA por Dejan Gavran [et al.]. Serbia: Taylor & Francis Group, 2015. 10 pp.

UN MARCO DE OPTIMIZACIÓN BI-OBJETIVO PARA EL DISEÑO TRIDIMENSIONAL DE ALINEACIÓN DE CARRETERAS por D. Hirpa [et al.]. Serbia: Taylor & Francis Group, 2016. 40 pp.

EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL POR LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO VIAL por Ko Chun-soo [et al.]. Korea: Kojisun, 2013. 6 pp.

CLASIFICACIÓN DEL TERRENO PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS por Kim, Yong-Seok; Cho, Won-Bum; Kim y Jin-Kug. Technical Publication No 221.Korea: Korean Society of Road Engineers, 2011. 9 pp.

PAUTAS DE DISEÑO DE ELEMENTOS SECCIONALES TRANSVERSALES DE CARRETERAS BASADOS EN LA SATISFACCIÓN DE LA SENSIBILIDAD COGNITIVA por Seo Im Ki [et al.]. Korea: Korean Society of Road Engineers, 2013. 11 pp.

DISEÑO Y PROPIEDADES DE BIOSFALTO RENOVABLE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES por Mujib Abdel Daim Yami [et al.]. Indonesia: Road Research Group, 2016. 8 pp.

PAVIMENTOS FLEXIBLES Y CAMBIO CLIMATICO: EL IMPACTO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RENDIMIENTO, EL MANTENIMIENTO Y EL COSTO DEL CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES por Qiao Yaning. Malaysia: The University of Nottingham, 2015. 269 pp.

ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE EL USO DEL PAVIMENTO ASFALTICO RECUPERADO COMO SUSTITUCIÓN AL PAVIMENTO FLEXIVLE por Elsa Eka Putri [et al.]. Indonesia: Civil Engineering Department, University of Andalas, 2018. 7 pp.

CONSEGUIR LA EXPANSIÓN DE CARRETERAS EN EL CAMINO CORRECTO: UN MARCO PARA LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA INTELIGENTE EN EL MEKONG por Andrew Balmford [et al.]. Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte: University College London, 2016, 17 pp.

LA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN PARA EL DISEÑO DE TERRITORIOS, LOS IMPACTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN LAS ZONAS INTERIORES DE LA CIUDAD DE REGGIO CALABRIA por Alessandro Rugolo [et al.]. Italia: University of Reggio Calabria, 2016, 8 pp.

ANALISIS ESPACIAL BASADO EN SEGMENTOS PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LAS CARRETERAS MEDIANTE MONITOREO, OBSERVACIONES Y DATOS DE TELEDETECCIÓN por Yongze Song [et al.]. Australia: School of Civil Engineering, 2018, 25 pp.

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA CON APLICACIÓN DE REDES NEURONALES por Iván Marovic [et al.]. Croacia: University of Rijeka, 2018, 11 pp.

TRATAMIENTO DE SUELOS HINCHADOS CON CAL Y AGUA DE MAR PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS por Diana A. Emarah. Egipto: Ministry of Water Resources and Irrigation, 2017, 9 pp.

LA RELACION ENTRE LAS VELOCIDADES DE DESPLAZAMIENTO DE FLUJO LIBRE, LAS CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS ACCIDENTES EN CARRETERAS DE UNA SOLA CALZADA por Vitoria Gitelman [et al.]. Israel: Technion Statistical Laboratory, 2016, 18 pp.

ANEXOS

Tabla 28: Matriz de Consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
¿De qué manera se puede mejorar el Diseño de la carretera Choros-La Sacilia, del distrito Toribio Casanova – provincia Cutervo – Cajamarca, ¿en el año 2020?	GENERAL	Si mejoramos el diseño de la carretera Choros- La Sacilia, del distrito Toribio Casanova – provincia Cutervo – Cajamarca, entonces mejoramos la calidad de vida de los pobladores de la zona.	INDEPENDIENTE	De acuerdo al fin que persigue: INVESTIGACIÓN APLICATIVA.	Todas las infraestructuras viales existentes en el distrito de Toribio Casanova	Técnicas para el correcto uso del Equipo Topográfico. (Prima, Trípode y GPS de Ubicación).	Los análisis de datos se han hecho en paralelo con los trabajos de los autores resaltados en los trabajos previos, además de libros de consulta propios de la materia y haciendo uso de herramientas virtuales tales como: - Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Project) - Google Earth - Pro Maps - Autodesk (Autocad, Civil 3D) - Costos y Presupuestos con S10
	ESPECÍFICOS		De acuerdo a la Técnica de Contrastación: INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA	MUESTRA	Técnicas para el correcto procedimiento de los Estudios de Mecánica de Suelos.		
	- Desarrollar los estudios de ingeniería básica de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.		De acuerdo a regímenes de Investigación: INVESTIGACIÓN LIBRE.		INSTRUMENTOS	Equipo Topográfico (Estación Total, Prisma y GPS).	
	- Diseñar la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.		DISEÑO	El proyecto entre los sectores Choros – La Sacilia	Formatos de Ensayos de Laboratorio: Granulometría. Límite Líquido y Límite Plástico. Contenido de Humedad. Ensayo de Sales. CBR.		
	- Evaluar los aspectos socio - ambiental de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo - Cajamarca.		Se utilizará el Diseño no Experimental Descriptivo Simple.				
	- Determinar los costos y presupuestos de la vía carrozable Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova, Cutervo – Cajamarca.						

Fuente: Elaboración propia



Vista satelital del proyecto

Fuente: Google Earth (Vista satelital)