

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIECIA PROFESIONAL

“Mejoramiento de carretera y la transitabilidad vehicular y peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca-2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Santamaria Garcia, Karen Rosario

ASESORA: Pozo Pino, Gelacio

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ()
- Trabajo de Suficiencia Profesional(X)
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título
Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72134053

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22994134

Grado/Título: Maestro en ciencias de la educación
con mención en docencia en educación superior e
investigación

Código ORCID: 0000-0002-8425-2373

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001- 7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002- 0579-5135
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002- 5650-3745

D

H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 10:15 horas del día **lunes 25 de setiembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|--|------------|
| ❖ MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | PRESIDENTE |
| ❖ MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | SECRETARIO |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 2078-2023-D-FI-UDH, para evaluar el trabajo de suficiencia profesional intitulada: **"MEJORAMIENTO DE CARRETERA Y LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS TRAMOS DE CONOCOCHA, SECTOR HUANUCO-LA UNION - HUALLANCA -2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) A PROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 11:13 horas del día 25 del mes de setiembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ID Orcid: 0000-0001-7920-1304
Presidente


MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA
ID Orcid: 0000-0002-0579-5135
Secretario


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
ID Orcid: 0000-0002-5650-3745
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo; **Mg. Gelacio, Pozo Pino** asesor del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 990-2023-D-FI-UDH** de fecha 04 de mayo del 2023, del Bachiller: **SANTAMARIA GARCIA Karen Rosario**, del Trabajo de Suficiencia Profesional titulada: **“Mejoramiento de carretera y la transitabilidad vehicular y peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca-2023”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **25 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software antiplagio turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias destacadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente

Huánuco, 03 de octubre del 20123



Mg. Gelacio Pozo Pino
DNI: 22994134
Código ORCID: 0000-0002-8425-2373

1ra. REVISIÓN POST SUSTENTACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	25%	3%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	idbdocs.iadb.org Fuente de Internet	1%
7	vsip.info Fuente de Internet	1%
8	zonasegura.seace.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%


.....
Apellidos y Nombres: Pozo Pino Gelacio.
DNI: 22994134
Código ORCID: 0000-0002-8425-2373

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza. Agradezco profundamente por su guía divina, por haberme dado la capacidad de perseverar y superar los desafíos a lo largo de este proceso.

A mi amada familia. A mis padres, quienes me han brindado amor incondicional, apoyo y aliento en cada paso de mi camino. Su sacrificio y dedicación han sido una fuente de inspiración constante. A mi madre, cuyo amor y paciencia infinitos me han dado fuerzas para enfrentar cualquier obstáculo. A mi padre, por ser mi guía, mi ejemplo a seguir y mi fuente de sabiduría. Gracias por creer en mí y por apoyarme en todas mis decisiones.

AGRADECIMIENTO

Quisiera aprovechar esta oportunidad para expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la realización de este trabajo de Suficiencia Profesional, ya que, sin su apoyo y guía, este logro no habría sido posible.

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad de Huánuco, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y por ofrecerme un entorno propicio para el desarrollo de mi investigación.

Mi más sincero agradecimiento se dirige a mi asesor de Trabajo de Suficiencia Profesional, Mg. Gelacio Pozo Pino su apoyo incondicional, experiencia y sabiduría han sido invaluable para la culminación exitosa de este proyecto. Gracias por su tiempo dedicado a revisar mis avances, por sus comentarios constructivos y por su constante motivación.

De la misma manera agradezco especialmente a mis docentes, quienes me impartieron conocimientos valiosos a lo largo de mi carrera universitaria. Su dedicación y pasión por la enseñanza han sido una fuente constante de inspiración. Agradezco a cada uno de ellos por su paciencia, orientación y por desafiarme a alcanzar mis metas académicas.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mi familia. Su amor, aliento y comprensión me han brindado el apoyo emocional necesario en cada etapa de mi vida académica.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.4.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. DOCUMENTOS QUE ACREDITEN LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	18
CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	25

2.2.	BASES TEÓRICAS	25
2.2.1.	CAMINOS Y CARRETERAS.....	25
2.2.2.	CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS.....	26
2.2.3.	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE TERRENO	27
2.2.4.	MEJORAMIENTO DE CARRETERAS	29
2.2.5.	TRANSITABILIDAD.....	29
2.2.6.	SEÑALIZACIÓN	30
2.2.7.	TRANSITABILIDAD PEATONAL Y VEHICULAR.....	30
2.2.8.	TRANSITABILIDAD PEATONAL.....	30
2.2.9.	TRANSITABILIDAD VEHICULAR	31
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	31
2.4.	VARIABLES	33
2.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	33
2.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	33
2.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	34
2.6.	METODOLOGÍA	35
2.6.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
2.6.2.	ENFOQUE	35
2.6.3.	ALCANCE O NIVEL	35
2.6.4.	DISEÑO	36
2.7.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
2.8.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
CAPITULO III		37
MARCO DESCRIPTIVO REFERENCIAL		37
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN.....	37
3.1.1.	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	37
3.1.2.	RUBRO	37
3.1.3.	UBICACIÓN	37
3.1.4.	RESEÑA	37
3.1.5.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE DESARROLLO PROFESIONAL	44
CAPITULO IV.....		47
DESARROLLO DE EXPERIENCIA LABORAL.....		47
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	47

4.2. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	47
4.2.1. TRABAJO EN CAMPO.....	47
4.2.2. TRABAJO EN GABINETE.....	48
CAPITULO V.....	51
SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	51
5.1. APORTES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	51
5.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	51
5.1.2. ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA.....	56
5.1.3. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	67
5.1.4. ESTUDIO DE SUELOS, GEOTECNIA, CANTERAS, DME Y FUENTE DE AGUA.....	71
5.1.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	80
5.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de Carreteras según el tipo de terreno	28
Tabla 2 Matriz operacional de las variables	34
Tabla 3 Ubicación de Peaje – Tramo 2.....	53
Tabla 4 Componentes de peaje	54
Tabla 5 Peaje - Vivienda - 79.57 m2.....	54
Tabla 6 Arquitectura de espacios – Vivienda – Casetas y otros	55
Tabla 7 Poligonal 1	58
Tabla 8 Poligonal 2	58
Tabla 9 Poligonal 3	58
Tabla 10 Poligonal 4	58
Tabla 11 Poligonal 5	59
Tabla 12 Poligonal 6	59
Tabla 13 Poligonal 7	59
Tabla 14 Poligonal 8	59
Tabla 15 Poligonal 9	60
Tabla 16 Poligonal 10	60
Tabla 17 clasificación de la carretera, correspondiente al presente tramo ...	61
Tabla 18 Tramo 2: Entre Punto Unión y Tingo Chico.....	61
Tabla 19 Velocidad de diseño.....	62
Tabla 20 Ancho calzada- zona de estudio	63
Tabla 21 Bermas -Velocidad de diseño	63
Tabla 22 Sección tipo en zona no urbana.....	64
Tabla 23 Sección tipo en zona urbana.....	64
Tabla 24 Para zona no urbana.....	65
Tabla 25 Para zona urbana	65
Tabla 26 0-25IMDa por cada Estación.....	69
Tabla 28 Factores de Generación de Viajes.....	70
Tabla 29 ESAL de diseño por Sub-Tramo (pesos reglamento)	70
Tabla 30 Diseño por Subtramo (pesos reglamento)	70

Tabla 31 ESAL de diseño por Sub-Tramo (pesos reglamento)	70
Tabla 32 Ensayos de laboratorio estándares de Suelos de Fundación	72
Tabla 33 Relación de calicatas	73
Tabla 34 Ensayos de Laboratorio a muestras de Suelos de Fundación	74
Tabla 35 Ensayos de laboratorio estándares de Suelos de Fundación	76
Tabla 36 Resumen de sectores de mejoramiento de suelos lado derecho...	77
Tabla 37 Resumen de sectores de mejoramiento de suelos lado derecho...	77
Tabla 38 Capitales distritales -jurisdicción	81
Tabla 39 Área de influencia directa.....	83
Tabla 40 Area de influencia - 2	83
Tabla 41 Area de Influencia Indirecta	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del lugar del proyecto en el mapa geopolítico del Perú..	52
Figura 2 Accesibilidad a obra – Mapa satelital.....	53

RESUMEN

El crecimiento económico de un estado o país se ve fuertemente influenciado por las obras viales, especialmente carreteras. Estas infraestructuras no solo facilitan el transporte de personas, sino también desempeñan un papel fundamental en la conexión y desarrollo de diversos sectores, como agricultura, turismo, entre otros.

Bajo esta premisa el presente Trabajo de Suficiencia Profesional “Mejoramiento de Carretera y la transitabilidad vehicular y peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco- La Unión -Huallanca ,2023”, tiene como objetivo mejorar la calidad y seguridad de la carretera, asimismo, impactar positivamente en el desarrollo económico y la calidad de vida de las comunidades. Se utiliza diferentes metodologías de investigación; de tipo aplicada con enfoque mixto, nivel descriptivo ya que en el trabajo de suficiencia profesional se muestra el hecho mismo del análisis real de la condición de la población como se encontró, durante y el proceso de obra y presenta un diseño no experimental.

Con respecto a los estudios topográficos permitieron determinar diferentes aspectos de la carretera. El tramo comienza en Punto Unión, km 52+920, termina en el Puente Tingo Chico, km 102+819, el relieve varía entre accidentado y ondulado.

Además, los estudios de suelos permitieron comprender las características del terreno. Se utilizaron calicatas, para conocer el perfil estratigráfico de los suelos.

En lo ambiental, se implementaron medidas para proteger el entorno natural y evitar impactos negativos en fauna, flora y cuerpos de agua durante la construcción de la carretera.

Palabras Claves: Mejoramiento de carreteras, levantamiento topográfico, aspecto ambiental, transitabilidad vial, accesibilidad.

ABSTRACT

The economic growth of a state or country is strongly influenced by road works, especially highways. These infrastructures not only facilitate the transportation of people, but also play a fundamental role in the connection and development of various sectors, such as agriculture, tourism, among others.

Under this premise, the present Professional Proficiency Work “Improvement of the Road and the vehicular and pedestrian passability of the sections of Conococha, Huánuco-La Unión-Huallanca sector, 2023”, aims to improve the quality and safety of the road, likewise, positively impact the economic development and quality of life of communities. Different research methodologies are used; of an applied type with a mixed approach, descriptive level since in the work of professional sufficiency the very fact of the real analysis of the condition of the population is shown as it was found, during and the process of work and presents a non-experimental design.

Regarding the topographic studies, they allowed different aspects of the road to be determined. The section begins at Punto Unión, km 52+920, ends at the Tingo Chico Bridge, km 102+819, the relief varies between rugged and undulating.

In addition, soil studies allowed us to understand the characteristics of the terrain. Pit pits were used to know the stratigraphic profile of the soils.

Environmentally, measures were implemented to protect the natural environment and avoid negative impacts on fauna, flora and bodies of water during the construction of the road.

Keywords: Road improvement, topographic survey, environmental aspect, road passability, accessibility.

INTRODUCCIÓN

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, se aborda el tema del "Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca". Esta investigación se basa en la premisa de que las carreteras son un elemento vital para el desarrollo económico, social y cultural de una región, y su adecuada transitabilidad es fundamental para garantizar la conectividad y el bienestar de las comunidades que dependen de ellas.

Tal como lo indico Eisenhower (s.f) donde resalta la importancia de las carreteras como vías para el desarrollo de una nación, quien también promovió la construcción de red de autopistas interestatales en los Estados Unidos. Podemos señalar que el mejoramiento de las carreteras va más allá de la construcción de caminos, ya que implica construir puentes hacia el progreso y la prosperidad. Bajo este sentido, este Trabajo de Suficiencia Profesional tiene como objetivo no solo mejorar la calidad y seguridad de la carretera, sino también impactar de manera positiva en el desarrollo económico, el turismo y la calidad de vida de las comunidades locales, donde a partir de la experiencia profesional será descrito en los diferentes apartados del trabajo.

Asimismo, se utiliza diferentes metodologías de investigación y se analizarán datos relevantes para comprender en profundidad la situación actual de la carretera y las necesidades de los usuarios. Además, se considera normativas vigentes, estudios técnicos y mejores prácticas en el campo de la ingeniería vial, para fundamentar las propuestas de mejoramiento.

El Trabajo de suficiencia Profesional está estructurado en diferentes apartados fundamentales, el primero responde a los aspectos de la entidad receptora, de la misma manera en el apartado dos, coincidimos aspectos del área o sección donde el investigador se desempeñó, cuáles fueron sus funciones dentro de la obra, entre otros , por otro lado en el apartado tres nos encontramos con la identificación real de la problemática ; para luego en el apartado cuatro ver los aportes y soluciones que se dieron frente a la

problemática, la aplicación de conocimientos de la ingeniería civil y su contribución al desarrollo en este caso infraestructura vial, carreteras seguras y eficientes ; garantizando la seguridad de la población de Conocoha- La Unión.

Por último, finalizamos con las conclusiones y recomendaciones que servirán para posteriores ejecuciones de obras que se encuentran en la misma línea de investigación.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Un factor muy necesario para el crecimiento económico, es decir para el desarrollo de un estado o país son las obras viales, como las carreteras ya que no solo son mecanismos que permite el transporte de seres humanos sino; la conexión que permite el desarrollo en varios campos: agricultura, turismo, ganadería, entre otros. En consecuencia, el sistema de carreteras es clave para el desarrollo del comercio y el progreso de nuestros habitantes (Fajardo,2014)

Al respecto Rivera (2015) menciona que la red vial es capaz de satisfacer las necesidades básicas de la población como: educación, trabajo, alimentación y salud; ya que estas necesidades son las actividades más importantes del país. Por lo tanto, es estratégicamente importante para el país desarrollar el sistema vial, ya que es la única opción no solo para cumplir con las obligaciones de circulación, sino también para proveer las necesidades básicas de la población. "Si un país no tiene suficientes vías de transporte y líneas de comunicación para satisfacer las necesidades básicas de su población, es poco probable que sus ciudadanos hayan experimentado una mejora económica, en consecuencia, tienen un nivel de pobreza".

De la misma manera Rivera señaló que el Perú cuenta con 78.00 kilómetros de carreteras, de ahí 300 kilómetros son carreteras, sin embargo, realizando la comparación con otros países de América latina como Chile y Argentina, existe un gran déficit en infraestructura vial, por ello es necesario e imprescindible revertir este aspecto, y permitan cerrar las brechas para mejorar la calidad de vida de la población.

En el Perú existe este problema desde hace tiempos, ya que a diario se puede ver el deterioro de nuestras carreteras, y Huánuco no es ajeno a esta realidad que se vive, carreteras con un exceso volumen de tráfico, sistemas de drenaje insuficiente, acompañando a esto los fenómenos naturales y un inapropiado mantenimiento. De la misma manera este tramo de Conococha

esta propensa a derrumbes de las plataformas y filtraciones de agua que también está siendo provocadas por los factores naturales geográficos.

En este tramo podemos evidenciar los problemas que tiene Conococha, que la carretera que tiene un ancho promedio de 4.50 metros, pero en algunos sectores críticos se reduce a 3.50 metros. Esto significa que algunos lugares de la carretera tienen un espacio muy limitado para el paso de los vehículos, lo que puede generar problemas de visibilidad y tráfico pesado.

En la zona de Punto Unión hasta Chavinillo, la carretera tiene un tratamiento superficial en buen estado, pero la vía se reduce en algunos lugares debido a la zona urbana y a la presencia de curvas ciegas que obligan a detener el vehículo para permitir el paso del que viene en sentido contrario. Este sector es muy transitado debido a que es como un puerto para las localidades aledañas que pernoctan en este lugar en actividades comerciales.

Cabe resaltar, que en este tramo tenemos la presencia de un lugar turístico llamado Corona del Inca en la localidad de Ayapiteg. Luego, la carretera se dirige hacia Llicyatambo y Chavinillo, donde la vía es más angosta y tiene curvas y contracurvas peligrosas. En este lugar, la conservación de la carretera está pendiente de limpieza durante la época de lluvias.

La presencia de vegetación hace que los taludes hayan alcanzado su reposo, lo que significa que es un sector seguro y no es propenso a deslizamientos de tierra (huaycos). Sin embargo, es peligroso debido a su ancho restringido de paso, lo que obliga a cortar parte de la vegetación para ensanchar la vía y reducir el peligro.

Frente a esta situación problemática, a través de la cartera de proyectos de Provias Nacional, la Unidad Ejecutora del MTC, ejecuta el proyecto “Mejoramiento de la Carretera Huánuco – Conococha, Sector: Huánuco – La Unión – Huallanca” el cual tiene una longitud de 152.421 Km. y pertenece a la Ruta Nacional PE – N°03N, y en su etapa de pre-inversión se ha determinado que es necesario ensanchar en algunas zonas la actual carretera en servicio, construir y reemplazar las obras necesarias de arte y drenaje en sectores de tráfico (Memoria descriptiva, 2016); todo ello permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal ; pero no solo queda ahí sino que contribuirá a dinamizar e impulsar la economía del país, ya que es una vía que

conecta y facilita el tránsito en el corazón de la región. Cabe indicar que el proyecto consta de tres tramos, en el presente estudio responde al tramo 2 que comprende tramo de Punto Unión a Tingo Chico (km 49,89).

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo el mejoramiento de la carretera contribuye la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca -2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la carretera para contribuir en la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca -2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar los estudios de levantamiento topográfico de la obra mejoramiento de la carretera y su contribución en la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca.
- Evaluar los estudios de mecánica de suelos de la obra mejoramiento de la carretera y su contribución en la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca.
- Analizar los estudios de impacto ambiental de la obra mejoramiento de la carretera y su contribución en la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional presenta una justificación Teórica, ya que se realizaron todos los estudios correspondientes de ingeniería el cual amerita para la realización de obra, verificando y aplicando todas las normativas vigentes.

Asimismo, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional servirá como antecedentes para otros trabajos de futuro, ya que mencionaremos los aspectos más importantes que se desarrolló en esta obra desde la perspectiva de la experiencia laboral.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Asimismo, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se caracteriza por tener una justificación practica ya que mencionada obra es una de las más importantes de la región, y contribuirá a impulsar la economía del país, además de ser una vía que conecta y facilita el tránsito en el corazón de la región, también está considerando mejorar y proteger las carreteras al unir los departamentos antes mencionados con una carretera de 236 kilómetros con una inversión de más de S/. 1,241 millones.

1.4.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, no existe limitación ya que desarrollo de acuerdo a la naturaleza del estudio, lo describimos tal como es desde la experiencia laboral; la obra está siendo ejecutada según cronograma y estudios definidos.

1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de suficiencia profesional es viable porque el estudio cuenta con financiamiento propio, es una obra de g gran envergadura en la región que contribuirá significativamente al desarrollo de la región y por qué no decir

del país; asimismo el trabajo propio servirá para posteriores trabajos como antecedentes.

1.6. DOCUMENTOS QUE ACREDITEN LA EXPERIENCIA PROFESIONAL



CONSTANCIA DE TRABAJO

El que suscribe el presente documento en representación de la Empresa CHINA RAIL WAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU puedo indicar lo siguiente:

Que don(ña): **SANTAMARIA GARCIA KAREN ROSARIO** con **DNI: 72134053** labora para nuestra empresa desde el **05 de enero 2022** hasta la actualidad, desempeñando el cargo de **ASISTENTE DE INGENIERIA** para la obra:

“MEJORAMIENTO, CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO Y OPERACIÓN DEL CORREDOR VIAL: HUANUCO – LA UNION – HUALLANCA – DIV EMP. PE – 3N (TINGO CHICO) – NUEVAS FLORES – LLATA - ANTAMINA” – TRAMO 2.

Demostrando capacidad, responsabilidad y cumplimiento en las tareas encomendadas.

Se expide el presente documento de acuerdo a Ley, para los fines que el interesado crea conveniente.

Huanuco, 19 de abril de 2023.

CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
中国铁建
Andrés Cañalón Gómez





Certificamos que la:

**BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL
KAREN ROSARIO SANTAMARÍA GARCÍA**

Identificada con DNI N° 72134053, trabajó en nuestra empresa desempeñándose en la categoría de **ASISTENTE DE OFICINA TÉCNICA**, en la ejecución del servicio de:

**REFERENCIA
CERTIFICADO DE TRABAJO**

**MOVIMIENTOS DE TIERRAS EN LA OBRA:
"MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUANUCO-
CONOCOCHA, SECTOR: HUANUCO - LA UNION-
HUALLANCA - SUB TRAMO KM. 19+100 @ KM. 23+250"**

Ejecutado por nuestro cliente:

**CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION -
SUCURSAL DEL PERU**

FECHA DE INGRESO : 10-08-2020
FECHA DE CESE : 06-09-2021

Se extiende el presente certificado a solicitud del interesado y para los fines que estime conveniente.

Huánuco, martes 07 de septiembre del 2021
EMPRESA SAN MARTIN DEL PERU S.R.L.
RUC: 20485883879


Rolando A. Castro García
GERENTE GENERAL
EMPRESA SAN MARTIN DEL PERU S.R.L.

EMPRESA SAN MARTIN DEL PERU S.R.L.
RUC: 20485883879 / Mza. E Lote 22 Av. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Teléfonos 956719260 / 964814675 / 064-245395

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gichaga (2017) en su artículo de revisión “El impacto de las mejoras viales en la seguridad vial y las características relacionadas” donde analiza dos estudios de caso: uno sobre el impacto socioeconómico de la mejora de 50 kilómetros de carreteras de alta calidad y alto tráfico, y el otro sobre el seguimiento y la evaluación de los aspectos de seguridad vial en el Corredor Norte de Kenia. También después de importantes mejoras viales. Las mejoras viales a la autopista Nairobi-Thika (autopista principal) han atraído a muchos inversores al corredor de la autopista. La autopista también ha traído consecuencias desafortunadas cuando los vehículos a alta velocidad chocan con los peatones que cruzan la calle en lugares no previstos. El Corredor del Norte es un corredor de transporte que conecta la República Democrática del Congo, Burundi, Ruanda y Uganda desde el puerto de Mombasa en Kenia hasta los Grandes Lagos. Las tasas de accidentes han sido altas durante mucho tiempo. Los resultados del seguimiento y evaluación del Corredor Norte muestran que el principal factor de accidentalidad son los automovilistas con un índice contribuyente del 49,4%, seguido de los peatones con el 21,7%. Las cifras también mostraron que el 24 por ciento de los accidentes en el Corredor Norte fueron fatales, lo cual es una gran preocupación. El estudio también muestra que la mayoría de los usuarios de la carretera no están educados o capacitados en seguridad vial.

Asimismo, Asomani-Boateng et al. (2015) presentaron su artículo “Evaluación de los impactos socioeconómicos de las mejoras de los caminos rurales en Ghana: un estudio de caso de apoyo al programa del sector del transporte (II)” donde señalan que Este estudio analiza el

impacto de los programas de infraestructura vial en regiones seleccionadas de Ghana utilizando un enfoque de estudio de caso cuantitativo y cualitativo. El estudio de cinco años se divide en tres fases principales: un estudio de línea de base en el primer año y estudios de monitoreo de impacto en el tercer y quinto año. Para mitigar los efectos del cambio climático estacional en los rendimientos de los cultivos, se realizaron tres fases del estudio durante la temporada de lluvias.

Este estudio analiza los beneficios de la mejora de los servicios de transporte sobre la base de una evaluación de impacto previa y posterior al proyecto utilizando una amplia gama de variables de impacto directo e indirecto. Los hallazgos presentados se basan en los parámetros positivos y negativos, así como la importancia de estos parámetros, que afectaron el proyecto de desarrollo al analizar el grado de impacto de las intervenciones de mejoramiento vial. Los resultados se agrupan en parámetros positivos y negativos.

Cuyos resultados del estudio mencionaron que análisis muestra que el transporte se considera un subproducto de muchas economías locales en Ghana. El impacto de los proyectos de desarrollo de carreteras se puede dividir aproximadamente en beneficios positivos y negativos. Primero, la infraestructura de transporte ayuda al crecimiento económico o al nivel de vida. El impacto positivo es el impacto de aquellos que han hecho contribuciones significativas para mejorar el crecimiento económico y la mejora de la sociedad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Astonitas (2018) en su tesis “Mejoramiento de la carretera Solecape- Cruz de Mediana en Lambayeque” mostro el propósito de mejorar la mencionada carretera para ello propuso el diseño geométrico, el diseño del pavimento, además del presupuesto de obra; el proyecto actual, concluye con la propuesta del diseño geométrico y la estructura de la vía, con el uso de pavimentos y el diseño de obras de arte (alcantarillas). Finalmente incide en señalar que la propuesta mejora las

condiciones del tráfico, incluidos los vehículos y peatones en la zona de estudio, de la misma manera, en el trabajo se adjunta los estudios de ingeniería como: estudios de mecánica de suelos, canteras, tráfico, diseño vial ocupación, memoria descriptiva, especificación técnica, costo unitario, presupuesto, plan y estudios de impacto ambiental.

Además, el autor señala que inició con la recopilación de datos en situ, también menciona que se debe comprender la topografía, las peculiaridades socioeconómicas locales. Finalmente, la investigación concluyo que se debe diseñar una carretera de nivel 3. Teniendo una vez establecida la clasificación vial, se puede realizar el diseño geométrico datos topográficos utilizando software de diseño de carreteras, obtener una longitud parametrizada de 14,62 kilómetros, se debe seguir la "Guía de diseño de geometría de carreteras DG - 2014". Del mismo modo, incluir las señales de tráfico adecuadas, se cavaron 15 hoyos a lo largo del eje del campo, uno de los cuales fue el material se transporta a la cantera y se prueba en el laboratorio. Para la superficie se procede al diseño horizontal, que se utilizaron datos de estudios de tráfico y el CBR del que se derivaron. También se realizaron estudios hidrológicos para evaluar agua de lluvia, dando como resultado el diseño de zanjas y alcantarillas, los cálculos se realizan utilizando métodos razonables y software de diseño. Finalmente, se realizó un estudio de impacto ambiental en el que se tomó la decisión mayor medidas para facilitar la ejecución de los proyectos, se realizó el análisis de costos, presupuesto, cronograma, especificaciones técnicas, planos y foto panel, se calculó el costo total de obra que suma S/13.758.201,45.

Castillo y Olaya (2020) realizaron su tesis titulada "Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande –Piura". en dicha investigación se plantea realizar el estudio de tráfico para luego plantear un propuesta de mejora de Transitabilidad vehicular y peatonal en la zona de estudio, la investigación presenta una metodología descriptiva, los resultados del estudio de tráfico demostraron que las Con base en el

estudio de tránsito y los resultados obtenidos, se concluyó que la intersección más desfavorable para la demanda vehicular es la intersección entre Av. Ignacia Schaeffer y Calle Arambulú Santín con un flujo máximo de 12.189 vehículos mixtos por día, seguido de Av. Ignacia Schaeffer Con Calle Catacaos el máximo de vehículos mixtos por día de 8067 vehículos y finalmente el cruce de Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes con el máximo de vehículos mixtos por día de 7758 vehículos.

De la misma manera, en base a los resultados obtenidos, se puede concluir que el volumen de tráfico que es constante 6 días a la semana y que la hora pico es de 11:00 a 13:00 - 12:00. Días intervalos semanales (martes y miércoles) cuando hay menores el tráfico será entre las 13:00 y las 13:00 horas. – 14:00; se observó que la mayor prevalencia de vehículos es, los mototaxis.

Finalmente se concluye que el problema más crítico se da en la av. Ignacia Schaeffer por la escasez de señales verticales y horizontales que pueden crear confusión e incertidumbre en el momento de conducir en la carretera, ya sea un vehículo o un peatón.

De igual manera Saucedo y Vasquez (2016) elaboraron su trabajo de investigación titulado “Mejoramiento de la carretera de Sanagorán a los caseríos de Hualangopampa – el Huayro, distrito de Sanagorán – provincia de Sánchez Carrión – región la Libertad”, tuvieron como propósito de plantear alternativas para el mejoramiento de dicha carretera en cual los autores describieron el desarrollo de su estudio , señalaron que después de haber recolectado datos en campo procedieron a realizar el trabajo de gabinete con AutoCAD Civil 3D, obteniendo una longitud total de 10 Kilómetros con 500 metros.

Luego del estudio socioeconómico y técnico, se puede clasificar como: Autopista Clase III. Los levantamientos topográficos se realizan mediante un dispositivo GPS diferencial, donde el equipo requerido: estación base y tres estaciones móviles, 50 m de espacio libre, según

“Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014”. A lo largo del tramo de la vía se realizaron 11 calicatas para el estudio de suelos y canteras, de lo cual de ellos está destinado al estudio de materiales de cantera, realizando ensayos en laboratorio. La capa de revestimiento de partículas se fabrica de acuerdo con el método CBR, su espesor es de 20 cm y se determina el nivel. El material para la construcción de la base subterránea y utilizable se obtendrá de una cantera ubicada a 10.500 km a la izquierda de la carretera con suelo A-2-4 (0) y CBR 82,61%. Como en todo proyecto de este tipo, se realizó un estudio hidrológico para la evacuación de aguas pluviales, incluyendo el diseño de trincheras, desagües y drenajes de acceso. Los cálculos se realizan según el método racional, que es muy aplicable a aguas pluviales.

En trabajo de Suficiencia Profesional de Mozombite (2018) titulado “Mejoramiento del Camino Vecinal (Desde El Centro Poblado San Jose Hasta El Caserio San Juan), A.H Ampliacion San Jose li Etapa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali” señalan que las carreteras son un nexo y un eje de desarrollo entre los pueblos del Perú, en especial entre ellos, penetrando ciudades remotas y especialmente áreas agrícolas como selvas alto o bajo por este motivo; Municipalidad Distrital de Yarinacocha encargada de la promoción desarrollo de la zona y cumplir con los lineamientos de la política para el mejoramiento de las rutas de transporte. entradas principales; debido a las necesidades de la población, teniendo en cuenta la difícil accesibilidad por el tipo sobre todo por el terreno de la zona y el mal tiempo que pega donde más se encuentran la frecuencia de precipitación es en los meses de noviembre - marzo, que dura hasta el mes de mayo. Estas calles o caminos han sido desgastados por las inundaciones, por lo que se ha tenido por propósito es proporcionar un tráfico vial adecuado entre los pueblos conectados entre sí la vía principal y el interior del distrito de Yarinacocha. El presupuesto considerará aquellas partidas que sean necesarias para garantizar la normal circulación de peatones y vehículos pesados y ligeros en conducción normal.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Montero (2018) en su tesis “Gestión de conservación vial para el mejoramiento de carreteras de Provias Nacional- Caso obra: “servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial Huánuco – La Unión – Huallanca – DV. Antamina y Pte. tingo – Llata – Antamina”; dentro de sus conclusiones indica que uno de los componentes importantes que determinará una intervención exitosa de mantenimiento vial es un plan de gestión vial, ya que esto permitirá que se registren todas las condiciones camino, que es el principal problema, y por lo tanto permite organizar actividades para lograr un buen mantenimiento vial.

El mantenimiento vial promueve la seguridad de los usuarios a través de la prevención de depreciación de todos los componentes de la infraestructura vial, adherirse al nivel de servicio requerido en los términos; la referencia mejoró las vías en Provias Nacional porque los pavimentos están hechos para dar seguridad y comodidad del usuario durante la conducción, lo que significa que los corredores, deben proporcionar el nivel de servicio especificado en la asignación de trabajo antes y después de la conservación regular.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CAMINOS Y CARRETERAS

Según Castelán (s.f), algunas personas suelen llamar a las carreteras como caminos rurales, sin embargo, las carreteras son vías modernas diseñadas para facilitar el movimiento de una gran cantidad de vehículos. Una carretera puede ser definida como la preparación de una franja de terreno que cumple con requisitos de ancho, trazado y pendiente, con el fin de proporcionar una superficie adecuada para el desplazamiento de los vehículos (Castelán, s.f., p.5).

De manera similar, Correa (2016, p.11) sostiene que una carretera se refiere a la preparación de una franja de terreno que cumple con

criterios de anchura, alineación y pendiente, con el objetivo de garantizar un adecuado desplazamiento de los vehículos.

En resumen, podemos mencionar que tanto Castelán como Correa coinciden en que una carretera es una adaptación de una franja de terreno con características específicas para permitir un desplazamiento adecuado de los vehículos, asegurando así una superficie adecuada para el rodamiento de los mismos.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

Según Correa (2016), existen diferentes clasificaciones de las carreteras. En primer lugar, se menciona la clasificación por su transitabilidad, que se refiere a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en terracerías, que son transitables en tiempo de secas hasta el nivel de subrasante; revestidas, que tienen una o varias capas de material granular y son transitables en todo tiempo; y pavimentadas, que tienen el pavimento completamente construido.

Por otro lado, se mencionan las carreteras nuevas o mejoradas, que se evalúan según el criterio de beneficio económico, como el ahorro en costos operativos, reducción del tiempo de viaje y aumento de la velocidad de trabajo. Estas carreteras se dividen en mejoramiento de la carretera existente, que implica ensanchar la calzada o corregir la dirección horizontal y vertical, y mejora a través de una nueva ruta, que implica mejorar las características geométricas entre dos centros de población para ahorrar tiempo de viaje, reducir costos operativos y accidentes, entre otros.

Además, se mencionan los tipos de obras que se ejecutan en las carreteras, como el mantenimiento rutinario, que incluye actividades de limpieza, bacheo, perfilado, entre otros; el mantenimiento periódico, que se realiza a intervalos programados e incluye actividades como desencaminado, perfilado, reposición de material granular y reparación puntual de puentes y obras de arte; la rehabilitación, que busca devolver a la vía sus características originales considerando su nuevo período de

servicio; el mejoramiento, que implica elevar el estándar de la vía mediante modificaciones sustanciales de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada; y la nueva construcción, que implica la construcción de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas vigentes.

2.2.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE TERRENO

También Correa (2016) menciona que la clasificación según el tipo de terreno, donde se distinguen los terrenos llanos, ondulados, montañosos y escarpados, en función de las pendientes y dificultades de construcción asociadas a cada tipo de terreno.

Llano (LI): Se refiere a un terreno en el que las pendientes no son predominantes en su topografía. Las pendientes transversales al eje de la vía son menores al 5%. En la construcción de carreteras en terrenos llanos, se requiere un mínimo movimiento de tierras, lo que significa que el trazado y la explanación no presentan grandes dificultades. Las pendientes longitudinales en este tipo de terreno suelen ser inferiores al 3%.

Ondulado (O): Este tipo de terreno se caracteriza por tener pendientes transversales al eje de la vía que oscilan entre el 6% y el 13%. Durante la construcción de carreteras en terrenos ondulados, se requiere un movimiento de tierras moderado, lo que permite alineamientos no tan rectos sin dificultades significativas en el trazado y la explanación. Las pendientes longitudinales en este tipo de terreno se encuentran entre el 3% y el 6%.

Estas vías exigen a los vehículos pesados reducir su velocidad de manera más pronunciada que los vehículos livianos, sin necesidad de mantener velocidades constantes en pendientes durante largos períodos.

Montañoso (M): Se refiere a terrenos con una topografía montañosa, donde las pendientes predominan en el trazado. Se

considera suave cuando la pendiente del terreno es menor o igual al 50%, y escarpado cuando es mayor al 50%. Las carreteras en terrenos montañosos presentan pendientes transversales al eje de la vía que van desde 13° hasta 40°. En este tipo de carreteras, los vehículos pesados se ven obligados a maniobrar a velocidades continuas en pendientes durante distancias considerablemente largas.

Escarpados (E): Estas carreteras se caracterizan por tener pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a 40°. Durante la construcción de carreteras en terrenos escarpados, se requiere el máximo movimiento de tierras, lo que implica dificultades en la explanación y el trazado. Normalmente, los alineamientos de estas carreteras están determinados por las fronteras de los cuerpos de agua cercanos. Las pendientes longitudinales en este tipo de terreno son superiores al 8%.

En estas vías, se necesita que los vehículos pesados operen a velocidades sostenidas en pendientes más bajas que las velocidades de operación requeridas en terrenos montañosos, especialmente para distancias significativas. Es importante que los vehículos mantengan velocidades reducidas debido a la pronunciada inclinación del terreno y las condiciones más difíciles de manejo. (Fuente: MOP 2003)

Tabla 1

Clasificación de Carreteras según el tipo de terreno

Terreno	Inclinación máxima, media máxima, pendiente (°)	Movimiento de tierras
Plano (P)	0 -a 6	Mínimo movimiento de tierras, no presenta dificultad ni en su trazado ni explanación de una vía
Ondulado (O)	7 a 13	Moderado movimiento de tierras, permite alineamientos rectos, no existe dificultades en su trazado y explanación de la vía.
Montañoso(M)	13 a 40	Sus pendientes longitudinales y transversales son fuertes, pero no máximas, se presentan en una dirección considerada

Nota: Tomado de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras - MOP 2003

2.2.4. MEJORAMIENTO DE CARRETERAS

Es necesario mencionar que el mejoramiento de carreteras es un tema importante dentro de la ingeniería civil y se aborda programas relacionados con la planificación y diseño de infraestructuras de transporte.

Al respecto Washington (2020) sostiene que el mejoramiento de carreteras se refiere a la optimización y actualización de las vías existentes para mejorar su calidad, seguridad y eficiencia. Este proceso implica la evaluación de las condiciones actuales de la carretera, identificando deficiencias y proponiendo soluciones técnicas adecuadas. Para mejorar una carretera, se siguen varios pasos. Primero, se realiza una evaluación de las condiciones de la carretera existente, considerando factores como el tráfico, el estado del pavimento, la señalización y los sistemas de drenaje. Luego, se lleva a cabo un estudio de ingeniería para determinar las necesidades de mejoramiento y desarrollar soluciones técnicas adecuadas.

Estas soluciones pueden incluir el diseño de nuevos pavimentos, ampliación de carriles, construcción de intersecciones más eficientes, implementación de sistemas de control de tráfico inteligente y mejoras en la señalización y la seguridad vial. Además, se pueden considerar aspectos ambientales, como la reducción del impacto ambiental y la implementación de medidas de mitigación. El objetivo final del mejoramiento de carreteras es optimizar la infraestructura vial existente, aumentar la capacidad de las vías, mejorar la seguridad y proporcionar una experiencia de conducción más eficiente para los usuarios. (Washington, 2020)

2.2.5. TRANSITABILIDAD

La transitabilidad se refiere a la capacidad de una infraestructura vial para permitir una circulación vehicular adecuada durante un período de tiempo determinado. Es la medida de la calidad de funcionamiento de

la vía y su capacidad para facilitar el tránsito de vehículos de manera eficiente y segura. Esta condición es fundamental para garantizar un flujo vehicular aceptable y fluido en la vía. (MTC, 2018)

2.2.6. SEÑALIZACIÓN

La señalización vial consiste en un conjunto de elementos ubicados a lo largo de las vías con el propósito de proporcionar información visual y gráfica a los conductores, con el fin de orientar y asegurar su seguridad. Estas señales tienen como objetivo comunicar mensajes claros y concisos a los conductores, indicando normas de tránsito, advertencias de peligro, direcciones y otros detalles relevantes para la conducción segura y eficiente. La señalización vial desempeña un papel crucial en la organización del tráfico y en la prevención de accidentes, brindando información necesaria para que los conductores tomen decisiones adecuadas en las diferentes situaciones de la vía. (MTC, 2014).

2.2.7. TRANSITABILIDAD PEATONAL Y VEHICULAR

Existe diferentes definiciones al respecto; tomaremos a Correa (2021) refiere que la transitabilidad peatonal y vehicular son aspectos fundamentales dentro del diseño de infraestructuras de transporte y son importantes por diferentes razones.

2.2.8. TRANSITABILIDAD PEATONAL

Seguridad: Una transitabilidad peatonal adecuada es esencial para garantizar la seguridad de los peatones. Vías bien diseñadas y accesibles, con aceras amplias, cruces de peatones adecuados y señalización clara, ayudan a prevenir accidentes y lesiones.

Accesibilidad: La transitabilidad peatonal permite que las personas puedan desplazarse de manera segura y cómoda a pie. Esto es especialmente importante para aquellos que no tienen acceso a un

vehículo o para aquellos que eligen caminar como forma de transporte sostenible.

2.2.9. TRANSITABILIDAD VEHICULAR

Movilidad eficiente: La transitabilidad vehicular adecuada permite el flujo eficiente y seguro del tráfico, evitando la congestión y los retrasos.

Desarrollo económico: Una buena transitabilidad vehicular es esencial para el desarrollo económico y la prosperidad de una región.

Accesibilidad: La transitabilidad vehicular permite que las personas accedan a diferentes destinos y servicios de manera rápida y conveniente. Esto incluye el acceso a empleo, educación, atención médica y otras necesidades diarias.

Seguridad vial: Una transitabilidad vehicular bien planificada y diseñada tiene en cuenta la seguridad vial, lo que ayuda a prevenir accidentes y lesiones. Carreteras bien señalizadas, intersecciones seguras y diseños de carreteras adecuados contribuyen a reducir los riesgos de accidentes de tráfico.

En resumen, tanto la transitabilidad peatonal como la transitabilidad vehicular son importantes para garantizar la seguridad, accesibilidad, movilidad eficiente y calidad de vida de las comunidades, por lo que es necesario considerar ambos aspectos que son parte del mejoramiento de carreteras. (Correa, 2021)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

➤ Mantenimiento de carreteras

El adecuado mantenimiento de las carreteras, cuando se realiza de manera eficiente y supervisada, resulta en la reducción de los costos operativos de los vehículos, el ahorro de tiempo y la disminución de la contaminación ambiental.

➤ Pavimento básico

Hace referencia a una estructura conformada por una capa de material granular, que suele ser estabilizada mediante el uso de un agente externo, y una capa superficial que cumple la función de superficie de rodadura para los vehículos. Este tipo de pavimento proporciona una base sólida y estable para el tránsito vehicular. (Manual de Inventario Viales, 2013 pág. 227).

➤ **Pavimento**

Se trata de una estructura compuesta por una o varias capas cuyo objetivo principal es permitir el transporte de personas, bienes y servicios en condiciones adecuadas de soporte estructural, comodidad y seguridad. El pavimento proporciona una superficie de rodadura lisa y resistente, que protege la capa inferior del terreno y ofrece un desplazamiento eficiente y seguro para los vehículos. . (Manual de Inventario Viales, 2013 pág. 227).

➤ **Plataforma**

Se refiere al ancho total de la carretera a nivel de la subrasante, es decir, el terreno natural sobre el cual se construye la carretera. La plataforma incluye tanto el espacio destinado a la circulación de vehículos como las áreas laterales destinadas a la seguridad y funcionalidad de la vía. . (Manual de Inventario Viales, 2013 pág. 227).

➤ **Reparación**

Se refiere a la acción de corregir, enmendar o restaurar cualquier elemento de la infraestructura vial que se encuentre en mal estado debido al tráfico, la carga, la naturaleza u otras causas externas. La reparación vial tiene como objetivo mantener o restaurar las condiciones adecuadas de la carretera para garantizar un tránsito seguro y eficiente. (Manual de conservación vial, 2014 pág. 15).

➤ **Seguridad vial**

Engloba las medidas y acciones tomadas para prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos negativos a nivel social derivados de la siniestralidad vial. La seguridad vial

involucra el diseño adecuado de la infraestructura vial, el cumplimiento de normas y regulaciones de tránsito, la educación vial, la aplicación de medidas de control y vigilancia, así como la concientización de los usuarios sobre prácticas seguras al conducir. (Manual de conservación vial, 2014 pág. 15).

2.4. VARIABLES

2.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Mejoramiento de carreteras

2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Transitabilidad vehicular y peatonal

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 2

Matriz operacional de las variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escalas
V.I Mejoramiento de carretera	Al respecto Washington (2020) refiere que el mejoramiento de carreteras es la optimización y actualización de las vías existentes para mejorar su calidad, seguridad y eficiencia. Este proceso implica la evaluación de las condiciones actuales de la carretera, identificando deficiencias y proponiendo soluciones técnicas adecuadas.	Estudio de suelos laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil longitudinal • Curvas de nivel y equidistancias • Levantamiento altimétrico • Pendiente • Vista de planta y secciones transversal 	<ul style="list-style-type: none"> m m m m %
		Estudio de mecánica de suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico • Contenido de humedad C.B.R % • Densidad máxima Límites de consistencia. • Perfil estratégico del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> % %
V.D Transitabilidad vehicular y peatonal	En resumen, tanto la transitabilidad peatonal como la transitabilidad vehicular son importantes para garantizar la seguridad, accesibilidad, movilidad eficiente y calidad de vida de las comunidades, por el lo es necesario considerar ambos aspectos que son parte del mejoramiento de carreteras. (Correa, 2021)	Estudio de impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de impacto ambiental 	(-) o (+)
		Modificación de infraestructura vehicular y peatona	<ul style="list-style-type: none"> • Bermas • Veredas • Carriles 	RNE

2.6. METODOLOGÍA

2.6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández Sampieri (2010), este estudio se clasifica como aplicado, ya que utilizará conocimientos, teorías y la ciencia misma para luego aplicarlos en la obra de mejoramiento de carreteras y transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector de Huánuco-Huallanca. El mejoramiento de carreteras se refiere a la optimización y actualización de las vías existentes con el objetivo de mejorar su calidad, seguridad y eficiencia. Este proceso implica evaluar las condiciones actuales de la carretera, identificar deficiencias y proponer soluciones técnicas apropiadas; bajo esas líneas coincidimos que corresponde al tipo aplicado.

2.6.2. ENFOQUE

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, se recopilan, analizan y evalúan tanto datos cualitativos como cuantitativos, integrándolos y discutiéndolos conjuntamente para realizar inferencias basadas en toda la información obtenida (Sampieri, 2018). En este sentido, se puede considerar que el enfoque utilizado es mixto, ya que se combina tanto la recopilación de datos cualitativos como cuantitativos. Esto se aplica en el proyecto de obra de mejoramiento de carreteras y transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector de Huánuco-Huallanca, las mismas que podemos evidenciar en el expediente Técnico de obra.

2.6.3. ALCANCE O NIVEL

Corresponde al nivel descriptivo ya que en el trabajo de suficiencia profesional se muestra el hecho mismo del análisis real de la condición de la población como se encontró, durante y el proceso de obra, solo realizamos la descripción de cada una de las actividades profesionales desarrolladas durante la ejecución de obra ya que permite conocer la

propia naturaleza de la investigación tal como ocurren los hechos (Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., 2010).

2.6.4. DISEÑO

De acuerdo a Argenis (2015) en este caso, el diseño del trabajo de Suficiencia Profesional es no experimental – descriptivo ya se se lleva a cabo sin tener un control directo sobre las variables independientes; ya que describimos los aportes y el desarrollo de la obra; esto significa que no se puede influir deliberadamente en una variable para observar sus efectos en la otra. En cambio, se busca comprender cómo ocurren los eventos y las posibles consecuencias asociadas, de manera similar a cómo podrían ocurrir en la realidad, por ello indicamos que es descriptivo.

2.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este Trabajo de Suficiencia Profesional, se empleó la técnica de revisión de documentos, bibliografías, investigaciones, artículos, manuales y reglamentos relacionados con el mejoramiento de carreteras. Asimismo, se utilizó la técnica de observación, la cual permitió seleccionar datos para el laboratorio y llevar a cabo ensayos necesarios para la evaluación de los tipos de suelos y otros aspectos pertinentes (Arias, 2012, p.67).

2.8. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Equipos topográficos, brújula, GPS, nivel, estación total, trípode, prisma. Para el estudio de Mecánica de suelos, además fichas de observación.

CAPITULO III

MARCO DESCRIPTIVO REFERENCIAL

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

3.1.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

20603696574 - China Railway 20 Bureau Group Corporation
sucursal del Perú

3.1.2. RUBRO

Construcción de carreteras y vías de ferrocarril

3.1.3. UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en la calle Ricardo Angulo Ramírez nro. 222
Urb. Corpac (a la espalda de la clínica Ricardo Palma) Lima - Lima - San
Isidro

3.1.4. RESEÑA

La implementación del proyecto de infraestructura vial en las
regiones de Huánuco y Ancash, financiado por el Banco Interamericano
de Desarrollo (BID) y ejecutado por el Ministerio de Transportes y
Comunicaciones a través de Provias Nacional. El objetivo del proyecto
es mejorar y conservar un corredor vial específico, que abarca una
longitud de 150.421 km y tiene un plazo de ejecución de 10 años.

Este proyecto se basa en un enfoque innovador llamado
"Mejoramiento, Conservación por Niveles de Servicio y Operación",
donde el contratista no solo se encarga de realizar las obras necesarias,
sino que también tiene la responsabilidad de planificar, gestionar y
ejecutar acciones para garantizar que el corredor se mantenga en
condiciones óptimas de conservación y cumpla con los estándares y
niveles de servicio establecidos.

Cabe señalar, que contrato de préstamo celebrado entre la República del Perú y el BID, con el fin de financiar y ejecutar el proyecto de mejora de la carretera en la región, específicamente en el tramo Huánuco - Conococha, que forma parte de la Carretera Longitudinal de la Sierra (Ruta PE-3N).

Es decir que con la obra de "Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca", se busca mejorar, conservar y operar un corredor vial específico, con el objetivo de garantizar un servicio de calidad a la población y usuarios. El proyecto es financiado por el BID y se implementará a lo largo de 10 años, bajo un enfoque que involucra no solo la construcción, sino también la planificación y gestión continua del corredor para mantener altos estándares de conservación y servicio.

El proyecto especial de infraestructura de transporte nacional, conocido como Provias Nacional, ha suscrito un contrato de consultoría con el Consorcio vial Huallanca, compuesto por Alpha Consult y R & Q Ingeniería Sucursal Perú. El contrato, firmado el 15 de septiembre de 2014, tiene como objetivo la elaboración del estudio definitivo para el "Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca" perteneciente a la ruta PE-3N. El monto del contrato es de S/ 7'101,277.00.

Posteriormente, Provias Nacional aprueba administrativamente el Estudio de Ingeniería del Tramo 1 de este proyecto, que abarca desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 52+920. Este tramo ha sido elaborado por el Consorcio Vial Huallanca, con una inversión de S/ 415'099,349.16, precios al mes de agosto de 2016 y un plazo de ejecución de 660 días calendario. La aprobación se realiza mediante la Resolución Directoral N° 032-2017-MTC/20, y la ejecución del tramo estará enmarcada en el préstamo otorgado por el BID.

Asimismo, se aprueba administrativamente el Estudio Definitivo del Tramo 2, que va desde el kilómetro 52+920 hasta el kilómetro 102+819. Este estudio también es realizado por el Consorcio Vial Huallanca, con una inversión de S/ 438'235,830.67, precios referidos al mes de agosto de 2016 y un plazo de ejecución de 660 días calendario. La aprobación se realiza mediante la Resolución Directoral N° 250-2017-MTC/20, y la ejecución del tramo estará enmarcada en el préstamo del BID.

Finalmente, se aprueba administrativamente el Estudio Definitivo del Tramo 3, que abarca desde el kilómetro 102+819 hasta el kilómetro 150+421. El estudio es elaborado por el Consorcio Vial Huallanca, con un presupuesto de S/ 456'759,339.06, precios referidos al mes de agosto de 2016 y un plazo de ejecución de 660 días calendario. La aprobación se realiza mediante la Resolución Directoral N.º 251-2017-MTC/20, y al igual que los tramos anteriores, la ejecución estará enmarcada en el préstamo del BID.

Es decir que Provias Nacional ha contratado al Consorcio Vial Huallanca para la elaboración de estudios definitivos y Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de los distintos tramos; estos estudios tienen como objetivo mejorar la infraestructura vial y están financiados por el BID. Los plazos de ejecución de los tramos son de 660 días calendario, y se espera que estos proyectos contribuyan al desarrollo y la calidad de las carreteras en la región.

La resolución directoral emitida por el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional el 21 de abril de 2017. En esta resolución, se aprueba administrativamente el estudio definitivo del Proyecto de Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el tramo del sector Huánuco - La Unión - Huallanca, específicamente el tramo III que abarca desde el kilómetro 102+819 hasta el kilómetro 150+421 de la ruta PE-3N.

El estudio definitivo fue elaborado por el Consultor Consorcio Vial Huallanca, y este consultor fue contratado mediante un contrato de

consultoría suscrito el 15 de septiembre de 2014. El presupuesto total del estudio definitivo se estableció en S/ 456'759,339.06, que incluye los gastos generales, la utilidad y el Impuesto General a las Ventas (IGV). Los precios utilizados en el presupuesto se refieren al mes de agosto de 2016. Además, se establece que la ejecución del proyecto tendrá una duración de 660 días calendario.

Es importante mencionar que la ejecución del proyecto estará enmarcada en un préstamo otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esto significa que los fondos necesarios para llevar a cabo el proyecto serán proporcionados a través de este préstamo.

La resolución, en el Artículo 4, se aprueba administrativamente el presupuesto total del estudio definitivo del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera Huánuco - Conococha, en el sector Huánuco - La Unión - Huallanca, de la ruta PE-3N. El presupuesto total aprobado asciende a S/ 1,310'094,518.89, que equivale a mil trescientos diez millones noventa y cuatro mil quinientos dieciocho con 89/100 soles. Este monto incluye los gastos generales, la utilidad y el Impuesto General a las Ventas (IGV), y los precios utilizados en el presupuesto se refieren al mes de agosto de 2016. El presupuesto total se desglosa por tramos de la siguiente manera:

Tramo I: S/ 415'099,349.16

Tramo II: S/ 438'235,830.67

Tramo III: S/ 456'759,339.06

Total: S/ 1,310'094,518.89

Además, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de Provias Nacional, llevó a cabo la Segunda Convocatoria de la Licitación Pública Internacional (LPI) con el número 001-2017-MTC/20, CONV-PROC-1-2017-MTC/20-2. Esta convocatoria se realizó el 20 de julio de 2018 y se refiere al Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el tramo del sector Huánuco -- Dv. Antamina/Emp. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata -

Antamina". El valor referencial de esta licitación es de S/ 1,551'500,000.00, que equivale a mil quinientos cincuenta y un millones quinientos mil soles. Este valor incluye los impuestos de ley y cualquier otro concepto que afecte el costo total de la ejecución de la obra. El valor referencial fue calculado en junio de 2018. La licitación se llevó a cabo siguiendo los procedimientos de Licitación Pública Internacional (LPI) establecidos por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en su publicación GN 2349-9.

Mediante el Oficio N° 959-2018-MTC/20, con fecha 02 de octubre de 2018, el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional, comunica a la empresa Contratista China Railway 20 Bureau Group Corporation la aceptación de su oferta y le adjudica la Segunda Convocatoria de la Licitación Pública Internacional N° 001-2017-MTC/20 para la ejecución de la obra denominada "Mejoramiento, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial: Huánuco - La Unión - Huallanca - Dv. Antamina /Emp. PE-3N (Tingo chico) - Nuevas Flores - Llata - Antamina". El precio acordado para la ejecución de la obra es de S/ 1,241'495,685.46, que equivale a mil doscientos cuarenta y un millones cuatrocientos noventa y cinco mil seiscientos ochenta y cinco con 46/100 soles. Este monto incluye los gastos generales, la utilidad y el Impuesto General a las Ventas (IGV), de acuerdo con las instrucciones establecidas en los documentos de licitación de la Segunda Convocatoria.

Con fecha del 05 de noviembre de 2018, se firma el Contrato de Obra N.° 127-2018-MTC/20 entre Provias Nacional y la empresa contratista China Railway 20 Bureau Group Corporation, después de haber cumplido con las solicitudes establecidas en las Instrucciones a los Oferentes (IAO) en su numeral 34.3.

El Contrato de Obra N° 127-2018-MTC/20 establece una serie de obligaciones a cargo de la contratista, las cuales se detallan en la Sección VII del contrato, titulada "Especificaciones y Condiciones de Cumplimiento". Estas obligaciones incluyen:

Obras Iniciales (OI): Se refiere a las obras que deben llevarse a cabo al inicio del proyecto.

Obras Complementarias (OC): Son aquellas obras adicionales que se requieren para complementar el proyecto principal.

Obras Programadas (OP): Hace referencia a las obras que se realizarán según un cronograma preestablecido.

Conservación por Niveles de Servicio (CNS): Implica mantener los niveles de servicio establecidos para la infraestructura durante la ejecución de la obra.

Atenciones Especiales (AE): Involucra la realización de tareas específicas que pueden surgir durante la ejecución del proyecto.

Asistencia al Usuario (AU): Se refiere a brindar apoyo y asistencia a los usuarios de la vía durante la construcción y operación.

La Gestión Socio-Ambiental: Incluye todas las acciones necesarias para abordar los aspectos sociales y ambientales relacionados con el proyecto, garantizando su correcto manejo y minimizando los impactos negativos.

En noviembre de 2018, después de realizar un recorrido de obra con representantes del Contratista, Provias Nacional y la Sub Dirección de Carreteras, se llevó a cabo la Toma de Posesión del Tramo I de la obra. Se firmó el Acta de Posesión del Sitio de Obras para el Tramo I: Huánuco - Punto Unión (Km 0+000 - Km 52+920), y se estableció la fecha de inicio para este tramo el 28 de noviembre de 2018. Según el Contrato de Préstamo BID 3881/OC-PE, la entrega de posesión debe ser de al menos el 25% del Tramo I liberado. En este caso, Provias Nacional ha liberado 32.57 km, lo que representa el 39% del total del Tramo I.

Posteriormente, el 10 de diciembre de 2018, el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional y el

Consortio Supervisor Louis Berger - HOB firmaron un Contrato de Servicios de Consultoría para la supervisión de la obra. El contrato fue suscrito por un monto de S/ 123'625,905.13, incluido el Impuesto General a las Ventas (IGV), y tiene un plazo de ejecución de 139 meses. El Supervisor brindará los servicios de acuerdo con las disposiciones establecidas en el contrato. Se cambio de domicilio propuesto por el Representante Legal del Contratista, mediante un documento con fecha 31 de julio de 2019. Se propone el cambio a la Calle Ricardo Angulo N° 222, Urb. Corpac, distrito de San Isidro, Lima. Además, se informa que el Representante Legal de la empresa Contratista ha sido inscrito en el Registro de Personas Jurídicas de Lima, según el Asiento N° A0005 de la partida N° 14139902.

En noviembre de 2019, después de realizar un recorrido de obra similar al mencionado anteriormente, se llevó a cabo la Toma de Posesión del Tramo II de la obra. Se firmó el Acta de Posesión del Sitio de Obras para el Tramo II: Punto Unión - Tingo Chico (Km 52+920 - Km 102+819), y la fecha de inicio para este tramo fue el 20 de noviembre de 2019. Según el Contrato de Préstamo BID 3881/OC-PE, la entrega de posesión debe ser de al menos el 25% del Tramo II liberado. En este caso, la Entidad ha liberado 21.205 km, lo que representa el 42.52% del total del Tramo II. Sin embargo, se especifica que aún no se han liberado las progresivas del Km 52+290 al Km 63+950 (L=11.030 km) y del Km 76+705 al Km 86+880 (L=10.18 km).

3.1.4.1. MISIÓN

Nuestra compañía se dedica a la construcción de infraestructuras en los sectores público y privado, así como a las concesiones. Mediante una gestión eficiente y cumpliendo con los más altos estándares de calidad, planificamos, diseñamos y llevamos a cabo importantes proyectos en todo el país y en el extranjero. Contamos con certificaciones ISO 9001, ISO 14001 e ISO 37001. Nuestros valores y conocimientos nos guían en nuestra misión, que incluye los siguientes aspectos:

Contribuir al éxito de nuestros clientes al desarrollar sus proyectos con calidad, seguridad, dentro del plazo establecido y dentro del presupuesto acordado.

Fomentar el desarrollo personal y profesional de nuestro equipo, formando líderes cuyos logros tengan un impacto tanto en la empresa como en la sociedad.

Mantener un entorno empresarial abierto y de confianza que promueva la innovación y la mejora continua.

Integrar a socios y proveedores estratégicos para formar equipos altamente eficientes.

Generar beneficios económicos que respalden nuestra solidez financiera, impulsen el crecimiento y proporcionen una adecuada retribución a nuestros accionistas.

Estamos comprometidos con la construcción de un entorno de trabajo seguro, saludable y respetuoso, tanto para nuestra gente como para el entorno en el que operamos.

3.1.4.2. VISIÓN

Nuestro objetivo es convertirnos en una empresa de ingeniería y construcción líder a nivel mundial, reconocida por su solidez, innovación y excelencia en todos los proyectos, mercados y emprendimientos en los que participamos.

3.1.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE DESARROLLO PROFESIONAL

"Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca", abarca una longitud aproximada de 150.42 km y forma parte de la Ruta Nacional PE-3N. Durante la etapa de elaboración del estudio definitivo, se determinó que era necesario realizar varias actividades, como ensanchar la carretera existente en algunas áreas y construir y

reemplazar obras de arte y drenaje en sectores donde hay escorrentía de ríos y quebradas. El objetivo es proporcionar una superficie de rodadura adecuada para el tráfico vehicular existente y proyectado.

Este tramo forma parte de la Carretera Longitudinal de la Sierra Norte, también conocida como Ruta PE-3N de la Red Vial Nacional. Esta carretera se extiende desde la ciudad de La Oroya (Km 0+000) hasta la localidad de Vado Grande (Km 1992+490), en la frontera con Ecuador.

En el itinerario de Rutas de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se especifica que la ciudad de Huánuco se encuentra en el Km 235+800 de la Carretera Longitudinal de la Sierra Norte, La Unión en el Km 372+800 y Huallanca en el Km 391+080. El Proyecto Vial Tramo Huánuco - Huallanca está ubicado en los departamentos de Huánuco y Ancash. Comienza en el Puente Tingo, a la salida de la ciudad de Huánuco, en el Km 0+000, a una altitud de 1,944 msnm. Finaliza en el ingreso a la localidad de Huallanca, en Ancash, en el Km 150+421, a una altitud de 3,562 msnm. En total, tiene una longitud aproximada de 150+421 km.

El tramo conecta diferentes distritos de las provincias de Huamalíes, Huánuco, Lauricocha, Yarowilca y Dos de Mayo, en el departamento de Huánuco, así como la provincia de Bolognesi en el departamento de Ancash. Esta vía es de gran importancia ya que permite la conexión entre las zonas norte, centro y sur del departamento de Huánuco.

El proyecto se enfoca principalmente en la implementación de un contrato integral de mejoramiento, conservación y operación, el cual tendrá una duración de 10 años e incluirá el mejoramiento del Tramo Huánuco - La Unión - Huallanca, el cual se divide en tres tramos:

Tramo I: Huánuco - Centro Poblado Punto Unión (Km 0+000 - Km 52+920)

Tramo II: Centro Poblado Punto Unión - Puente Tingo Chico (Km 52+920 – Km 102+819)

Tramo III: Centro Poblado Punto Unión - Puente Tingo Chico (Km 102+819 – Km 150.421)

El proyecto contempla la ejecución de estos tramos con una carpeta asfáltica en caliente de 7.5 cm de espesor y un ancho de vía de 6.60 m, además de bermas de 1.20 m. También se incluye la construcción del sistema de drenaje y obras de arte, mejoras en seguridad vial, la construcción de un túnel de 580 m y la implementación y operación de un peaje, un puesto de pesaje y servicios de asistencia al usuario. Además, se realizará la conservación de los tramos: Huánuco - La Unión - Huallanca - Dv. Antamina y Emp. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata - Antamina, con una longitud total de 239.02 km.

Además de los tramos de mejoramiento, el contrato también incluye la conservación de dos tramos adyacentes, con una longitud aproximada de 86 km, donde se realizarán actividades exclusivamente de conservación con el objetivo de garantizar la continuidad y transitabilidad en la zona. El proyecto brindará un mejor acceso a 243 centros poblados que se encuentran en un área de influencia directa de aproximadamente 7,188.68 km². En total, se beneficiará a 272,183 personas, de las cuales el 51% pertenecen a zonas rurales y 131,380 son de bajos ingresos. Además, se estima que en promedio 1,422 vehículos utilizarán esta carretera diariamente, de los cuales el 18% corresponde a vehículos de carga

CAPITULO IV

DESARROLLO DE EXPERIENCIA LABORAL

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En este tramo podemos evidenciar los problemas que tiene, la carretera tiene un ancho promedio de 4.50 metros, pero en algunos sectores críticos se reduce a 3.50 metros. Esto significa que algunos lugares de la carretera tienen un espacio muy limitado para el paso de los vehículos, lo que puede generar problemas de visibilidad y tráfico pesado, además, se evidencia la falta de sistemas de drenajes adecuados de acuerdo a la característica de cada zona.

4.2. ACTIVIDADES REALIZADAS

El conjunto de actividades hechas en la “obra Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el tramo del sector Huánuco - La Unión – Huallanca”; son descritas a continuación:

4.2.1. TRABAJO EN CAMPO

a) Desarrollo de la obra

Construcción de Carretera

Las actividades realizadas por mi persona en calidad de Asistente de Ingeniería son las siguientes:

- Apoyo en el control de avance de la obra y cumplimiento del cronograma de obra, en coordinación con el residente de obra, el jefe de Ingeniería y el especialista de planeamiento.
- Verificación que los trabajos realizados estén de acuerdo a los Planos aprobados, considerando las últimas versiones.

4.2.2. TRABAJO EN GABINETE

a) Realización del Reporte de avance diario

El reporte de avance se realiza indicando partidas y metrados avanzados durante el día laborado, así mismo llevar el control de trabajos realizados por los Cadistas de Obras de Arte y Topografía.

b) Apoyo en la escritura de los asientos en el Cuaderno de obra

Los asientos se registraban de manera diaria. El proceso de apoyo en la escritura de los asientos en el Cuaderno de Obra es una actividad diaria que forma parte del registro y documentación de la obra en curso. Los asientos son registros escritos que se realizan de manera diaria para documentar y seguir el progreso de la obra. Estos asientos son importantes para mantener un seguimiento detallado de las actividades realizadas en el sitio de construcción. Permiten registrar los eventos significativos, los avances, los problemas encontrados, las decisiones tomadas, los cambios en el diseño o en la planificación, y cualquier otra información relevante relacionada con la obra.

El Cuaderno de Obra es un documento oficial que se utiliza para llevar un registro ordenado de todos los asientos diarios. En él se anotan los detalles importantes, como la fecha, el clima, las actividades realizadas, el personal presente, las maquinarias utilizadas, los materiales entregados, las inspecciones realizadas y cualquier otro dato relevante. El registro diario de los asientos en el Cuaderno de Obra es fundamental para mantener un historial detallado y actualizado de la obra. Además, es una herramienta importante en caso de que sea necesario referirse a la información en el futuro, como para resolver disputas o reclamos, realizar informes de progreso, presentar pruebas de cumplimiento contractual o realizar auditorías.

Tenía la responsabilidad asegurarse de que los asientos se registren de manera precisa y completa en el Cuaderno de Obra, cumpliendo con los requisitos y estándares establecidos por las

normativas y procedimientos del proyecto. Esto garantiza la transparencia, la trazabilidad y la adecuada gestión de la obra.

c) Realización de los formatos de Autorizaciones de trabajo

Previo a la realización de cualquier tipo de trabajos se rellena unos formatos de autorización de trabajo emitidas a la supervisión pidiendo la aprobación de las mismas para la realización de los trabajos y cumplimiento de los cronogramas previstos.

d) Participación y colaboración en la Coordinación de Proyecto

Para llevar un control del avance alcanzado y realizar las programaciones semanales.

e) Apoyo en la realización de las valorizaciones mensuales

Informes mensuales que acompañan como sustento a las valorizaciones.

f) Apoyo en la realización de Adicionales de Obra

Revisión de Planos y metrados de Replanteo; se hace un comparativo con los metrados de Expediente para realizar los Adicionales de Obra. (Metrados de Estructuras de Obras de Arte, Movimiento de Tierras, Mejoramientos, etc.). Brindar información técnica para los Adicionales asociados.

g) Custodia y registro de Información

Información técnica del Proyecto, tales como Planos, memoria de cálculo, especificaciones técnicas y trabajos en general, con el fin de dar acceso a la información para las distintas frentes de trabajo y procurar el correcto avance de la obra.

h) Realizar Trámites Administrativos

Apoyo en la realización de Cartas emitidas por Residencia de Obra y Gerencia China, para su presentación a la Supervisión de Obra y a la Entidad.

i) Realizar actividades propias del cargo

Cumplir con mi responsabilidad de llevar a cabo las actividades propias de mi cargo en el proyecto “Mejoramiento de Carretera y la transitabilidad vehicular y peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco- La Unión -Huallanca”. Tareas asignadas por el residente de obra y el jefe de la Oficina de Ingeniería, quienes me proporcionan las indicaciones y directrices necesarias para cumplir con mis responsabilidades dentro del proyecto.

CAPITULO V

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1. APORTES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto "Mejoramiento de la Carretera Huánuco - Conococha, Sector: Huánuco - La Unión - Huallanca" consiste en la ampliación de la carretera existente y la construcción y reemplazo de obras de arte y drenaje en áreas de tráfico.

En la fase de inversión, se ha determinado que la estructura del pavimento utilizará una carpeta asfáltica en caliente como superficie de rodadura. El costo de esta opción se comparará con el presupuesto establecido en la viabilidad del proyecto.

Los estudios de ingeniería tienen como objetivo proponer los diseños para el expediente técnico de la obra. Se han obtenido los costos necesarios para la ejecución de la obra de manera adecuada.

Para la elaboración del estudio definitivo, se ha utilizado como referencia el estudio de preinversión a nivel de factibilidad existente y se ha seguido los lineamientos de los Términos de Referencia (TdR) para el Estudio Definitivo del Mejoramiento de la Carretera Huánuco - Conococha: sector Huánuco - La Unión - Huallanca.

5.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La carretera Huánuco - La Unión - Huallanca se extiende desde la localidad de Huánuco, en la progresiva Km.0+000, hasta la localidad de Huallanca, en la progresiva Km.150+421. Esta carretera atraviesa los departamentos de Huánuco y Áncash, pasando por las provincias de Huánuco, Yarowilca, Dos de Mayo y Bolognesi.

Figura 1

Ubicación del lugar del proyecto en el mapa geopolítico del Perú



Nota: Fuente: Mapa político Perú – Ubicación Geográfica Nacional, Ubicación Provincial. (Memoria descriptiva de obra)

Se abordan los estudios de Ingeniería de Detalles para el subtramo siguiente:

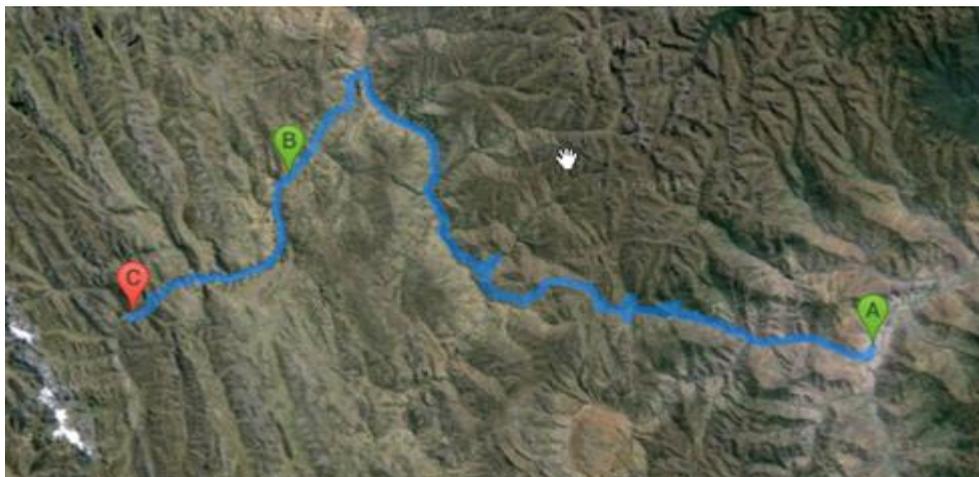
Subtramo 02: Desde la localidad de Punto Unión, cerca del sector conocido como Corona del Inca (Km 52+920), hasta el Puente Tingo Chico (Km 102+819, aproximadamente); datos tomados del expediente técnico de obra que a su vez está comprendido entre el (Km.52+920 al Km.102+819)

Accesibilidad

En cuanto a la accesibilidad, la principal vía de acceso desde la ciudad de Lima es la Carretera Central, que abarca aproximadamente 415 kilómetros y se encuentra totalmente asfaltada y en buen estado. El tiempo estimado para recorrer este tramo es de aproximadamente 9 horas. El estudio se enfoca en el tramo que comienza en la localidad de Punto Unión, a una altitud de 3987 msnm, y sigue el curso de los ríos Higueras, Mito y Chasqui, pasando por varios centros poblados como Punto Unión, Chavinillo, Acobamba y Tingo Chico.

Figura 2

Accesibilidad a obra – Mapa satelital



Fuente: Expediente técnico de obra

El tramo en cuestión finaliza en el ingreso al Puente Tingo Chico, en la localidad del mismo nombre, en la progresiva Km. 102+819, a una altitud de 2960 msnm. Tiene una longitud aproximada de 50 km. También para este tramo se ha considerado la construcción de un peaje cuyas características mencionamos a continuación:

Tabla 3

Ubicación de Peaje – Tramo 2

	Ubicación de peaje
Ubicación	Progresiva Km 94+660
Coordenadas	UTM-WGS 1984 Datum, Zona 18 Sur
Este	315337 m
Norte	8926795 m
Sector Carretera:	Conococha – Huallanca – La Unión
Ruta	PE- Conococha – Huallanca – La Unión 3N
Distrito	Pampamarca
Provincia	Yarowilca
Departamento	Huánuco

Tabla 4*Componentes de peaje*

Plaza Peaje	
Longitud de la plaza: 400 m.	
Longitud de Desaceleración: 100.00 m	
Longitud de Espera: 100.00 m	Dimensionamiento
Ancho de la plaza: 26.00 m.	
Ancho de vía: 7.20 m (Ingreso y Salida)	
Carriles	
Número de Carriles: 6	
Ancho para vehículos: 3.60 m	
Ancho Vía auxiliar: 3.00 m	Dimensionamiento
Ancho para moto: 3.00 m (Usar vía auxiliar)	
Islas Separadoras	
Numero de Islas: 3	
Ancho de isla: 2.00 m	Dimensionamiento
Longitud de Isla: 15.00 m	
N.º de Caseta de Cobro: 3	
Cobertura Zona Cobro	
Longitud de Cobertura: 22.80 m	Dimensionamiento
Ancho de Cobertura: 15.60 m	
Altura: 6.10 m	
Zona Administrativa	
Área: 88.80 m ²	
Arquitectura de peaje y servicios conexos y descanso	
Unidad de Peaje:	210.50 m ²
Hall:	8.49 m ²
Oficina de Monitoreo:	19.79 m ²
Oficina:	14.10 m ²
Sala de Servidores:	15.40 m ²
½ S.H.:	3.94 m ²

Tabla 5*Peaje - Vivienda - 79.57 m²*

Comedor	20.00 m ²
Escalera que lleva al Segundo Piso:	7.08 m ²
Hall del segundo piso:	12.41 m ²
Dormitorio 01:	16.40 m ²
Dormitorio 02:	13.80 m ²
S.H. Caballeros:	5.18 m ²
S.H. Damas:	4.70 m ²

Tabla 6*Arquitectura de espacios – Vivienda – Casetas y otros*

Caseta Grupo Electrónico:	15.90 m ²
Sub Estación Eléctrica:	15.90 m ²
Caseta Policial:	21.00 m ²
Caseta Policial más 1/2 S.H.	21.00 m ²
Caseta de Cobro:	23.91 m ²
Caseta de Cobro Pre Fabricada Acero Inoxidable:	23.91 m ²
Servicios Conexos:	1909.60 m ²
Oficina Administrativa:	27.93 m ²
Oficina Administrativa más Medio Baño	27.93 m ²
Área Comercial:	689.55 m ²
Tiendas Comerciales:	119.83 m ²
Terrazas y Accesos Cubiertos:	76.50 m ²
Tiendas de Artesanía:	119.83 m ²
Terrazas y Accesos Cubiertos:	75.50 m ²
Áreas Verdes:	297.89 m ²
Área de Comidas:	122.30 m ²
Sala de Estar TV:	27.08 m ²
Cabinas Telefónicas e Internet:	14.94 m ²
Cajeros Automáticos:	16.00 m ²
SS.HH. Varones:	15.84 m ²
SS.HH. Mujeres:	16.18 m ²
Terraza – Área de Juego de Niños	90.00 m ²
Puente Peatonal	112.59 m ²
Áreas Verdes	150.28 m ²
Área de Hospedaje:	626.91 m ²
Hospedaje 16 Habitaciones con Baño:	333.62 m ²
Estar – Recepción – Hall:	27.02 m ²
Depósito:	6.90 m ²
Medio Baño:	3.58 m ²
Accesos y Terrazas Cubiertas:	76.85 m ²
Áreas verdes:	178.94 m ²
Área de Estacionamientos:	1470.51 m ²
Estacionamientos Camiones 5 Vehículos:	559.05 m ²
Estacionamientos autos 10 Vehículos:	314.96 m ²
Áreas verdes:	596.50 m ²

Nota: La tabla muestra diferentes áreas y estructuras arquitectónicas con sus

respectivas superficies en metros cuadrados. Estas áreas incluyen casetas, oficinas administrativas, áreas comerciales, servicios conexos, áreas verdes, estacionamientos y más. Hay una variedad de usos representados, desde áreas de hospedaje y restaurantes hasta instalaciones policiales y zonas de juegos para niños. Las superficies varían desde unos pocos metros cuadrados hasta varios cientos, dependiendo de la función y tamaño del espacio.

5.1.2. ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA

En este informe se presenta un estudio de topografía y diseño vial que tiene como objetivo mostrar las características del diseño geométrico de la carretera en general, el eje propuesto mejora significativamente el trazado existente al evitar curvas continuas y con poca visibilidad. Además, el ancho de la plataforma se mejora en todo el desarrollo de la vía.

En este apartado abarca los trabajos de topografía realizados para el estudio de ingeniería detallada de la carretera Huánuco - La Unión, en el sub-tramo 02, que va desde la localidad de Punto Unión (Km 52+920) hasta el Centro Poblado Tingo Chico (Km 102+819).

La topografía se llevó a cabo utilizando el método Lidar y puntos georreferenciados, cubriendo una franja de 200 metros. Esto permitió encontrar las mejores soluciones de ingeniería requeridas por los términos de referencia del proyecto.

➤ Poligonal de Apoyo

En cuanto a la poligonal de apoyo, se realizaron mediciones georreferenciadas cada 5 km, utilizando una red geodésica secundaria con puntos denominados GPS-23, GPS-24, GPS-25, ..., GPS-43 y GP-44. También se establecieron hitos intermedios (T2-01, T2-02, T2-03, etc.) para la poligonal de apoyo. La poligonal de apoyo es fundamental para relacionar los elementos de la franja topográfica en términos planialtimétricos. En este proyecto, se construyeron poligonales abiertas que partieron y llegaron a las bases de la red geodésica secundaria. Para la medición de ángulos y distancias se utilizó un equipo de Estación Total

Nikon 1c, que ofrece una precisión de un segundo. (Tomado de expediente técnico de obra)

➤ **Metodología de Trabajo**

Según Expediente Técnico, la metodología de trabajo con respecto a la topografía señala, El método de trabajo utilizado para la construcción de poligonales es una poligonal abierta. Consiste en partir de una base conocida (par de puntos GPS) y llegar a otra base conocida mediante lecturas repetitivas de ángulos y distancias para obtener un promedio de dichos valores. En el terreno, se construyó la poligonal colocando hitos de concreto que eran visibles entre sí, a una distancia que permitiera una visualización precisa del siguiente punto. Se continuó como con el resumen ponderado de las distancias y ángulos, se calcularon las coordenadas parciales. Se detecta una vez detectado el cierre angular y lineal, se procede a ajustar las coordenadas parciales de cada vértice.

Una consideración con el error de cierre permitido, se realiza la compensación de la poligonal mediante la adición algebraica de los deltas parciales a las coordenadas parciales de los vértices. Se recomienda utilizar el método de los Mínimos Cuadrados para realizar esta compensación, el cual tiene una distribución precisa aplicando la función de seno y coseno, que con las distancias forman el cierre perfecto en una compensación de ángulos y distancias.

➤ **Red de Control GPS**

La red de control GPS consiste en pares de puntos GPS construidos por el área de Geodesia con el propósito de supervisar los trabajos de georreferenciación cada 5 kilómetros, según lo establecido en los términos de referencia. Esta red se utiliza como base para la construcción de la poligonal de apoyo, que conecta las bases entre sí. En el tramo actual, el control de las poligonales se ha iniciado desde la base formada por los puntos GPS-23 y GPS-24, ubicados en la salida de la localidad de Punto Unión, km 53+100.

A continuación, se presenta la lista de bases por poligonales, donde el orden 1 y 2 representa la base de salida de la poligonal, mientras que el orden 3 y 4 forma la base de llegada de esa poligonal.

Tabla 7

Poligonal 1

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-23	8908918.994	333197.286	3977.290
2	GPS-24	8908999.683	332909.620	3986.139
3	GPS-25	8908709.721	329811.347	3867.804
4	GPS-26	8908455.910	329437.840	3853.497

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Tabla 8

Poligonal 2

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-25	8908709.721	329811.347	3867.804
2	GPS-26	8908455.910	329437.840	3853.497
3	GPS-27	8907476.384	326713.123	3649.969
4	GPS-28	8907565.972	326182.833	3641.439

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Tabla 9

Poligonal 3

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-27	8907476.384	326713.123	3649.969
2	GPS-28	8907565.972	326182.833	3641.439
3	GPS-29	8908565.213	324011.363	3567.438
4	GPS-30	8908745.563	323763.007	3522.331

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Tabla 10

Poligonal 4

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-29	8908565.213	324011.363	3567.438
2	GPS-30	8908745.563	323763.007	3522.331
3	GPS-31	8910930.545	323317.557	3453.006
4	GPS-32	8910665.952	323109.09	3456.259

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Tabla 11*Poligonal 5*

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-31	8910930.545	323317.557	3453.006
2	GPS-32	8910665.952	323109.09	3456.259
3	GPS-33	8912708.263	320624.701	3337.605
4	GPS-34	8913165.735	320184.161	3307.006

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía**Tabla 12***Poligonal 6*

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-33	8912708.263	320624.701	3337.605
2	GPS-34	8913165.735	320184.161	3307.006
3	GPS-35	8917159.968	318786.413	3087.028
4	GPS-36	8917506.820	318716.665	3072.401

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía**Tabla 13***Poligonal 7*

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-35	8917159.968	318786.413	3087.028
2	GPS-36	8917506.82	318716.665	3072.401
3	GPS-37	8920469.11	318087.257	3051.686
4	GPS-38	8920642.229	318216.712	3044.232

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía**Tabla 14***Poligonal 8*

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
	1	2	3	5
1	GPS-37	8920469.110	318087.257	3051.686
2	GPS-38	8920642.229	318216.712	3044.232
3	GPS-39	8925221.878	317751.327	3038.532
4	GPS-40	8925372.858	317659.756	3040.337

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Tabla 15*Poligonal 9*

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
1	2	3	5	
1	GPS-39	8925221.878	317751.327	3038.532
2	GPS-40	8925372.858	317659.756	3040.337
3	GPS-41	8927588.725	313662.653	2983.265
4	GPS-42	8927869.728	313413.804	2985.916

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Tabla 16*Poligonal 10*

ORDEN	ID POINT	COORDENADAS UTM		
		NORTE	ESTE	COTA
1	2	3	5	
1	GPS-41	8927588.725	313662.653	2983.265
2	GPS-42	8927869.728	313413.804	2985.916
3	GPS-43	8931550.657	311479.994	2963.748
4	GPS-44	8931886.179	311434.584	2961.709

Fuente: Expediente Técnico de obra – estudio de Topografía

Las esquinas del polígono se crean en el borde del terraplén real y marcan su ubicación en la capa de asfalto.

➤ **Diseño Vial**

El diseño vial de este proyecto se ha realizado siguiendo el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2013). Se ha tenido en cuenta la Resolución Ministerial N°.031-2013-MTC/14, emitida por el Ministerio de Transporte. El Manual DG-2013, en su introducción, menciona que es una actualización del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

➤ **Clasificación**

La carretera Huánuco - La Unión, en el subtramo 01 (Huánuco - Punto Unión), se clasifica de acuerdo a la normativa vigente en tres categorías: por función, por demanda y por orografía.

En cuanto a su función, forma parte de la Ruta Nacional PE-3N y pertenece a la Red Vial Primaria, ubicada en el departamento de Huánuco. En cuanto a la demanda; por demanda El volumen de tránsito

y composición vehicular a lo largo de la carretera Huánuco-Huallanca es conducido principalmente por vehículos livianos con una mayor proporción, seguido de camiones y remolques, principalmente del tipo de 2 ejes.

Con respecto a la orografía, De acuerdo con las regulaciones actuales de diseño de carreteras, la clasificación del relieve del terreno se determina según la inclinación transversal del terreno en relación al eje de la vía. Así, se distinguen cuatro categorías: topografía plana o llana (con una inclinación menor al 10%), topografía ondulada (con una inclinación); tal como lo señala el expediente Técnico de obra.

Tabla 17

clasificación de la carretera, correspondiente al presente tramo

IMD	Tramo	Clasificación
> 2000 Veh/día	Km 0+000 al Km 4+000 (Dv. Kotosh)	Primera clase
> 400 y <2000 Veh/día	Km 4+000 al Km 52+300 (Pto. Unión)	Segunda clase

Nota: Al analizar los datos presentados, se observa que el Índice Medio Diario (IMD) de tráfico para la vía en estudio se encuentra entre más de 400 vehículos por día y menos de 2000 vehículos por día en su proyección. De acuerdo con la Sección 101.04 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG2013), esto clasifica a la vía como una carretera de segundo orden. Según esta clasificación, la vía requerirá carriles de 3.30 metros de ancho y deberá ser pavimentada.

Tabla 18

Tramo 2: Entre Punto Unión y Tingo Chico

Clasificación del tramo en Estudio según la Orografía				
Nº	Tramo	Longitud (km)	Inclinación transversal	Topografía
1	KM 52+920 al Km	12.200	Mayor a	Carreter
2	KM 65+120 al KM	10.120	Mayor a	Carreter
3	KM 75+240 al km	3.710	Mayor a	Carreter
4	KM 78+950 al km	3.010	Mayor a	Carreter
5	Km 81+960 al km	20.859	Mayor a	Carreter

Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

Nota: Basándonos en la información presentada en la tabla 18, se puede concluir que la carretera se clasifica en dos categorías distintas, Tipo 3 y Tipo 4, de acuerdo con la topografía del terreno. Utilizando estos parámetros que se han definido en función de la demanda y la orografía, podremos determinar la sección tipo y la velocidad directriz de la carretera que estamos estudiando.

Tabla 19

Velocidad de diseño

1	KM 52+920 al Km 65+120	Carretera Tipo	40 km/h
2	KM 65+120 al KM 75+240	Carretera Tipo 4	30 km/h
3	KM 75+240 al km 78+950	Carretera Tipo 3	40 km/h
4	KM 78+950 al km 81+960	Carretera Tipo 4	30 km/h
5	Km 81+960 al km 102+819	Carretera Tipo 3	40 km/h

Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

Como se muestra en la tabla, es una clasificación de demanda de camino secundario, y de acuerdo con esta clasificación, el rango de velocidad de diseño.

➤ **Velocidad de diseño**

De acuerdo el Expediente de Obra (s.f) refiere que la clasificación de la carretera se basa en la demanda y se considera de segundo orden. Según esta clasificación, las velocidades de diseño pueden variar entre 40 km/h y 70 km/h, dependiendo de la topografía accidentada y escarpada. Para algunos sectores específicos, se ha determinado una velocidad de diseño de 40 km/h, mientras que para otros sectores la velocidad será de 30 km/h. Esto se debe a varias consideraciones, como la sinuosidad de la carretera, la presencia de zonas urbanas y la limitada disponibilidad de espacio para desarrollar curvas y tramos rectos adecuados para una velocidad de 40 km/h. Además, se utilizará un radio mínimo de 25 metros en los tramos que requieran curvas de volteo, lo que corresponde a una velocidad de diseño de 30 km/h. También se deben tener en cuenta las zonas urbanas, donde se aplicarán medidas especiales de acuerdo con las regulaciones de tránsito, lo que implica una reducción de la velocidad de diseño a 30 km/h. Todos estos parámetros de diseño son ajustados considerando estas condiciones particulares.

➤ **Ancho Calzada**

La calzada es la parte de la carretera diseñada para la circulación de vehículos, y puede estar compuesta por uno o más carriles. El ancho de los carriles se determina considerando los tipos de vehículos que transitarán por la zona. Para una carretera de segundo orden con una topografía tipo 3 y tipo 4, se recomienda un ancho de carril de 6.60 metros para una velocidad de diseño de 40 km/h. En zonas pobladas, el ancho de carril también será de 6.60 metros, pero con una velocidad de diseño de 30 km/h. En zonas críticas y urbanas, se ha decidido mantener la sección de 6.60 metros, pero reduciendo la velocidad de diseño a 30 km/h. En las zonas urbanas. (Expediente de Obra, s.f)

Tabla 20

Ancho calzada- zona de estudio

Velocidad de Diseño	Ancho de Calzada
30 y 40 Km/h	6.60 m

Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

➤ **Las bermas**

Las bermas son las franjas de carretera ubicadas junto a los carriles de circulación y que forman parte de la sección entre los bordes de los taludes. Tienen varias funciones:

Proveer espacio para vehículos que puedan presentar y proporcionar un espacio lateral suficiente para evitar la sensación de tráfico vehicular confinado y servir de separación entre la calzada y la cuneta.

Tabla 21

Bermas -Velocidad de diseño

Velocidad de Diseño	Berma
30 y 40 Km/h	1.20

Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

➤ **Sectorización**

Como se muestra en la tabla, es una clasificación de demanda de camino secundario, y de acuerdo con esta clasificación, el rango de velocidad de diseño puede ser como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22

Sección tipo en zona no urbana

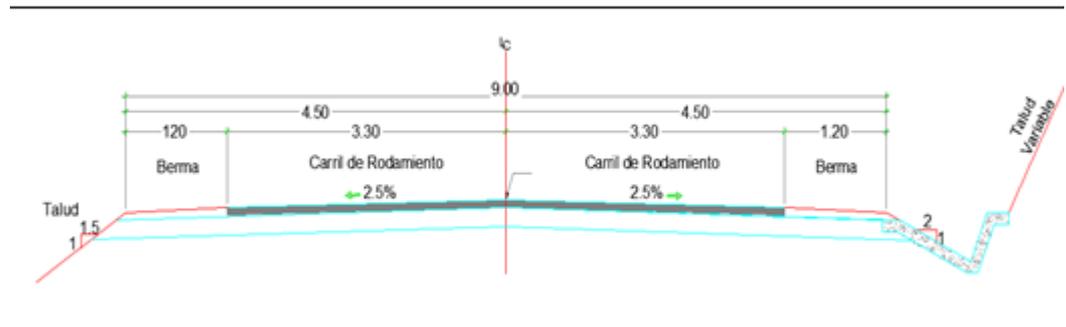
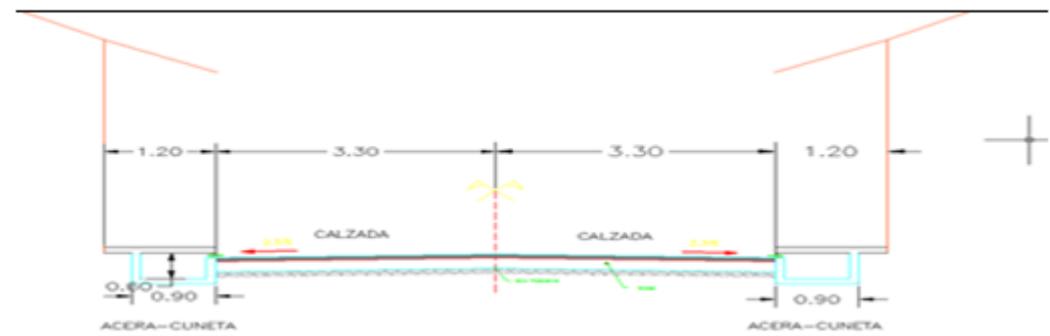


Tabla 23

Sección tipo en zona urbana



Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

Resumen de Características Técnicas

Tabla 24

Para zona no urbana

Parámetro de diseño	Valor	Observaciones
Categoría de la vía	Segunda Clase Dos carriles de circulación	IMD anual > 400 vehículos día.
Índice medio diario anual	704 vehículos/día	IMD a ponderado proyectado a 2034
Orografía predominante	4	
Velocidad directriz	40 km/h	Tramo2
Pendiente máxima,	8 %	tabla 403.01
Radio mínimo	50 metros	Con excepciones puntuales
Peralte máximo	8 %	
Sección transversal		
Ancho de calzada	6.60 metros	Tabla 304.01
Ancho de bermas	1.20 metros	Tabla 304.02
Sobreancho máximo,	1.50 metros	Para R = 50 metros
Bombeo	2.5 %	Zona lluviosa
Ancho Faja de Dominio s/Tabla 303.01g	30	Carretera nacional
Pendientes de Taludes	Variable	Según informe geotécnico

Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

Tabla 25

Para zona urbana

Parámetro de diseño	Valor	Observaciones
Categoría de la vía	Segunda Clase Dos carriles de circulación	IMD anual > 400 vehículos día.
Índice medio diario anual	704 vehículos/día	IMDa ponderado proyectado a 2034
Orografía predominante	4	
Velocidad directriz	30 km/h	Zonas Urbanas y criticas
Pendiente máxima	9 %	
Radio mínimo	30 metros	Con. excepciones puntuales
Sección transversal		
Ancho de calzada	6.60 metros	Tabla 304.01
Ancho de bermas	0.00 metros	Tabla 304.02
Bombeo	2.5 %	Zona lluviosa

Fuente: Trabajo en campo- expediente técnico

CONCLUSIONES

De acuerdo al informe de Topografía (2016) cuyos resultados de los estudios topográficos concluyeron en lo siguiente. (p.60)

Según los términos de referencia, el inicio del tramo se encuentra en la salida de Punto Unión, km 52+920, y finaliza en el ingreso al Puente Tingo Chico km 102+819.

Los puntos de apoyo georreferenciados y de control utilizados en el sistema LIDAR están vinculados a una única base IGN llamada Estación permanente GNSS-HC03. La metodología y compensaciones de los puntos obtenidos se presentan en el Volumen 1, Tomo VII A y B,

correspondiente a Topografía/Aerofotogrametría. Posteriormente se realizó una verificación de la posición en el plano y en el terreno mediante levantamiento topográfico en campo de algunas construcciones existentes.

Para el control horizontal, se utilizó el método Diferencial o Estático y se utilizó un punto del Instituto Geográfico Nacional (IGN): HC03 - Huánuco de la Red Geocéntrica Nacional, de Orden 0, ubicado en las oficinas de la Dirección de Comunidades de Huánuco.

La carretera está clasificada como de Segundo Orden según la demanda y de Tipo 3 y Tipo 4 según la orografía. Para los sectores 1, 3 y 5, se estableció una velocidad de diseño de 40 km/h, mientras que para los sectores 2 y 4, la velocidad de diseño es de 30 km/h debido a la sinuosidad y poca distancia accesible.

La carretera se encuentra en media ladera desde el inicio hasta el final del tramo, y el relieve del terreno varía de accidentado a ondulado en este tramo.

Para una velocidad de diseño de 30 km/h, el radio mínimo de las curvas es de 30 metros, con una excepción en el PI 274 km 74+098 donde se colocó un radio de 25 metros en una zona urbana para evitar afectaciones. Para una velocidad de diseño de 40 km/h, el radio mínimo de las curvas es de 50 metros con espirales.

Se proyectaron curvas con longitud mayor a la requerida por visibilidad de parada, y la longitud mínima asignada a las curvas verticales es de 60 m.

Según el IMD evaluado, la carretera tiene dos carriles de 3,30 metros de ancho, basado en la definición del ancho dada por la tabla 304.01.

En zonas críticas, la velocidad de ingreso es de 30 km/h, pero se mantiene la sección de 6,60 metros, salvo en zonas urbanas donde la velocidad también es de 30 km/h, pero la sección es solo de 6,00 metros.

La carretera en estudio se encuentra entre los 2.900 y 3.900 msnm, atravesando zonas de climas cálidos y fríos con precipitaciones medias anuales que van desde los 500 mm a 1.000 mm y temperaturas medias anuales que oscilan entre los 15 °C y 8 °C. La calzada tendrá un bombeo del 2,5%. Las bermas y sobreechornos de compactación tendrán un bombeo del 4,0% hacia el exterior de la plataforma.

Se tiene planificado construir cunetas con forma de triángulo a lo largo de la carretera para que sirvan como canal de drenaje y recojan el agua de lluvia que cae en la calzada, los taludes y las bermas. Estas cunetas estarán revestidas con concreto y tendrán una profundidad de 0.50 metros. También se utilizarán para drenar el agua subterránea que se acumula en los taludes de la carretera.

5.1.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

➤ Objetivo

El presente estudio tiene como finalidad el mejoramiento de la carretera Huánuco - Conococha, Sector Huánuco - La Unión - Huallanca Ruta PE - 3N en diferentes tramos de la carretera y sus principales características, como composición por tipo de vehículo, condiciones de viaje origen - destino, viaje frecuencia.

La metodología utilizada en este estudio de tráfico se basó en la realización de conteos y clasificaciones vehiculares en 7 estaciones principales y 2 estaciones de cobertura, establecidas en conjunto por el consultor y en cada estación principal se realizaron conteos durante 7 días Provias Nacional, consecutivos, las 24 horas del día, mientras que en las estaciones de cobertura se llevaron a cabo conteos durante 5 días consecutivos, también las 24 horas del día. Estos conteos proporcionaron información sobre la cantidad y composición del tráfico actual. Además, se realizaron censos de carga por tipo de vehículo y por eje, durante 4 días con periodos de 12 horas consecutivas. Las encuestas de origen y destino (O/D) se realizaron en tres estaciones de

control, dos en el tramo Huánuco - La Unión y una en el tramo Huánuco - Ambo.

Estas encuestas se llevaron a cabo durante tres días seguidos, las 24 horas del día en cada estación, según lo establecido en los términos de referencia. Las encuestas incluyeron información sobre el tipo de vehículo, marca, modelo, año, número de asientos, número de ocupantes, tipo de combustible, origen, destino, propósito del viaje, frecuencia de viaje, peso vacío, peso cargado, carga útil, producto transportado y costo del viaje para los usuarios (pasajeros y/o carga transportada). Por último, en el área de estudio se midieron las velocidades para obtener la velocidad media de operación por tipo de vehículo en cada tramo homogéneo establecido.

Conclusiones

El tráfico a lo largo de la carretera Huánuco - Huallanca está compuesto principalmente por vehículos ligeros, seguidos por camiones y acoplados de dos ejes en su mayoría. En el estudio de tráfico se ha considerado el tráfico desviado, que está compuesto principalmente por vehículos que provienen de ciudades del norte del país, como Piura y La Libertad, y tienen como destino la ciudad de Huánuco y viceversa. Se debe tener en cuenta que, una vez que la carretera se rehabilite y mejore, se espera que estos vehículos utilicen la carretera a partir del año 2016.

Tabla 26*0-27IMDa por cada Estación*

Código	Inicio	Fin	IMDA
E1	Huánuco	Cotosh	1235
E2	Cotosh	Punto Unión	814
E3	Punto Unión	Ocobamba	574
E4	Ocobamba	Dv. Chupan	349
E5	Dv. Chupan	Tingo Chico	704
E6	Tingo Chico	Unión	589
E7	Unión	Dv. Andachupa	618
C1	Dv. Andachupa	Huallanca	488
C2	Huánuco	Ambo	2090
C3	Unión	Pachas	2090

De acuerdo los estudios realizados en cual se evidencia en el expediente técnico (s.f) mencionan que se establecieron las siguientes tasas de incremento para hacer las estimaciones del tráfico vehicular futuro:

Para los vehículos de transporte privado se asignó una tasa del 2.60%

Para los vehículos de transporte de pasajeros se asignó una tasa del 2.60%

Para los vehículos de transporte de carga se asignó una tasa del 3.62%

Además, se calcularon los Factores de Generación de Viajes de las matrices Origen-Destino para los vehículos de pasajeros y de carga, utilizando las tablas que se presentan a continuación:

Tabla 28*Factores de Generación de Viajes*

Departamento	Livianos	Ómnibus	Pesados
Amazonas	0.05%		
Ancash	1.62%		21.46%
Apurímac	0.10%		
Cajamarca			0.24%
Cusco	0.10%		
Huánuco	97.86%	100.00%	73.82%
La libertad	0.16%		0.47%
Lima			2.59%
Pasco	0.05%		0.24%
Ucayali	0.05%		1.18%
Total	100.00%	100.00%	100.00%

Los ejes de carga equivalente estándar resultantes para cada subdivisión (Tramos) y para los próximos 20 años son los siguientes

Tabla 29*ESAL de diseño por Sub-Tramo (pesos reglamento)*

Estación	0-20años	0-10años	10-20años
E1	4.411 E+06	1.819 E+06	2.592 E+06
E2	2.838 E+06	1.172 E+06	1.666 E+06
E3	2.446 E+06	1.010 E+06	1.436 E+06

Nota: Para Subtramo 1: KM.0+000 – KM.52+920

Tabla 30*Diseño por Subtramo (pesos reglamento)*

Estación	0-20años	0-10años	10-20años
E3	2.446 E+06	1.010 E+06	1.436 E+06
E4	1.999 E+06	8.264 E+05	1.172E+06
E5	4.072 E+06	1.682 E+06	2.390 E+06

Nota: Subtramo 2: KM.52+920 – KM.102+819

Tabla 31*ESAL de diseño por Sub-Tramo (pesos reglamento)*

Estación	0-20años	0-10años	10-20años
E6	2.384 E+06	9.875 E+05	1.397 E+06
E7	3.186 E+06	1.330 E+06	1.855 E+06
C1	3.232 E+06	1.347 E+06	1.886 E+06

Nota: Subtramo 3: Km.102+819 – Km.150+421

5.1.4. ESTUDIO DE SUELOS, GEOTECNIA, CANTERAS, DME Y FUENTE DE AGUA

El propósito del estudio de suelos consiste en determinar las características físicas y mecánicas de los materiales que forman el terreno de cimentación y los suelos subyacentes, con el objetivo de establecer objetivamente el valor relativo de soporte para calcular la capacidad de carga del pavimento que se diseñará. También se busca identificar posibles mejoras en los suelos, en caso de ser necesarias. Los distintos tipos de suelos se definen por el tamaño de sus partículas y a menudo se combinan dos o más tipos diferentes, como arenas, gravas, limos, arcillas, limos arcillosos, etc. La gradación del tamaño de las partículas se determina según la estabilidad del tipo de ensayo para establecer los límites de consistencia.

Objetivos Específicos: Según el informe de suelos (2016) el objetivo es realizar una investigación subterránea de los terrenos a lo largo de la carretera proyectada para identificar los tipos de suelos presentes en la ruta. Se busca definir el perfil estratigráfico de los suelos estudiados y caracterizarlos de acuerdo con las normas aplicables. Además, se pretende establecer el valor relativo de soporte del terreno para determinar los espesores del pavimento necesarios en cada tramo o sector de la carretera. En caso de ser necesario, se deben identificar sectores que requieran tratamientos especiales, como mejoras en el drenaje superficial debido a la presencia de niveles freáticos.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es uno de los sistemas de clasificación más comunes, que clasifica los suelos en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos. A continuación, se presentan los resultados de laboratorio de los ensayos estándares.

Tabla 32*Ensayos de laboratorio estándares de Suelos de Fundación*

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N.º 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 52+557	C-276	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 52+557	C-276	M-01	Izquierdo	0.01-2.00	27.6	8.9	CL	A-4 (2)
Km. 52+757	C-277	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 52+757	C-277	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	23.9	1.7	GM	A-2-4 (0)
Km. 52+757	C-277	S/M	Izquierdo	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 52+957	C-278	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 52+957	C-278	M-01	Izquierdo	0.01-0.40	24.3	4	ML-CL	A-4 (2)
Km. 52+957	C-278	S/M	Izquierdo	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 53+357	C-279	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 53+357	C-279	M-01	Izquierdo	0.01-1.00	36.5	6.9	GM	A-2-4 (0)
Km. 53+357	C-279	S/M	Izquierdo	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 53+158	C-279A	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Metodología

De acuerdo al informe de suelos (2014) señala que el estudio de suelos para el proyecto se dividió en tres etapas. La primera etapa fue la investigación de campo, que consistió en realizar prospecciones a lo largo del tramo mediante excavaciones manuales llamadas calicatas. En cada calicata se obtuvieron muestras representativas del suelo. La segunda etapa implicó la realización de ensayos en laboratorio con las muestras obtenidas. Por último, en la tercera etapa se analizaron los resultados de laboratorio y se establecieron los parámetros necesarios para identificar los sectores que necesitan mejoramiento y diseñar el pavimento. Durante el trabajo de campo, realizado en noviembre de 2014, el personal técnico del laboratorio de suelos Perú Infinito SAC llevó a cabo la excavación manual de las calicatas a lo largo del proyecto. Estas calicatas se ubicaron a aproximadamente 200 metros de distancia entre sí. Se excavaron un total de 256 calicatas, lo que permitió definir el perfil estratigráfico de la vía proyectada. En cada calicata se identificaron y describieron las características de los suelos, como tipo de suelo, humedad, plasticidad, compacidad, color, forma y angularidad. Estos datos se registraron de acuerdo con la norma ASTM D 2488 - 06. Además, se tomaron fotografías de cada calicata. Toda esta información

se recopiló en formatos internos y se trasladó a los registros de perforación de calicatas, donde se indicó la profundidad de los estratos de suelos y su clasificación visual-manual. Se obtuvieron muestras representativas de cada calicata para realizar los ensayos de laboratorio necesarios y determinar las características físicas de los suelos de fundación. También se tomaron muestras adicionales cada kilómetro para llevar a cabo ensayos de Próctor y CBR.

Tabla 33

Relación de calicatas

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas		Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte				Este	Norte
C-271	52+230.12	Der	334044	8908717	C-289	55+970.02	Der	330503	8909302
C-272	52+418.73	Der	333880	8908738	CA-061	56+170.00	Eje	330316	8909242
C-273	52+595.86	Izq	333711	8908792	C-291	56+351.66	Izq	330147	8909196
CA-058	52+722.00	Eje	333600	8908855	C-292	56+508.87	Izq	329994	8909234
C-274	52+833.31	Der	333492	8908876	C-293	56+702.60	Der	329825	8909137
C-275	53+032.35	Izq	333298	8908908	C-294	56+885.54	Der	329774	8908982
C-276	53+226.18	Izq	333112	8908956	C-295	57+082.32	Der	329796	8908787
C-277	53+426.04	Izq	332924	8909022	C-296	57+240.73	Der	329706	8908682
C-278	53+620.13	Izq	332757	8909108	C-297	57+426.24	Der	329564	8908594
C-279	53+811.22	Izq	332575	8909162	C-298	57+609.12	Der	329489	8908440
CA-059	53+930.00	Eje	332458	8909170	C-299	57+775.40	Der	329387	8908332
C-279A	54+042.43	Izq	332345	8909188	C-300	57+975.30	Der	329360	8908154
C-280	54+241.09	Izq	332156	8909238	C-301	58+155.80	Der	329287	8907986
C-281	54+423.99	Izq	331977	8909278	C-302	58+350.89	Der	329159	8907884
CA-060	54+600.00	Eje	331828	8909361	C-303	58+534.85	Der	329045	8907766
C-283	54+793.87	Izq	331638	8909393	C-304	58+733.34	Der	328851	8907780
C-284	54+993.71	Izq	331435	8909403	C-305	58+924.78	Der	328659	8907768
C-285	55+190.00	Izq	331258	8909349	C-306	59+073.78	Der	328553	8907875
C-286	55+389.90	Izq	331064	8909354	C-307	59+245.71	Der	328418	8907976
C-287	55+572.07	Izq	330885	8909344	C-308	59+443.89	Der	328318	8907808
C-288	55+770.04	Izq	330699	8909295	C-309	59+600.51	Der	328203	8907728

Nota: Calicata: Identificación o nombre de la calicata. Progresiva: Valor que indica la distancia progresiva de cada calicata. Puede interpretarse como una distancia acumulada a lo largo del eje de trabajo. Lado: Indica si la calicata se encuentra en el lado derecho (Der) o izquierdo (Izq) del eje de trabajo. Coordenadas Este: Coordenadas en el eje Este que especifican la ubicación de la calicata. Estas coordenadas son valores numéricos que se utilizan para identificar la ubicación geográfica de cada calicata en un sistema de coordenadas específico, como UTM (Universal Transverse Mercator) o algún otro sistema de referencia geográfica.

Los trabajos de Campo

De acuerdo al informe de suelos (2014) se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para analizar las muestras obtenidas durante los trabajos de campo. Estos ensayos se realizaron para cada variación

estratigráfica, siguiendo las pautas establecidas en el Manual de Ensayos de Laboratorio (EM-2000).

Tabla 34

Ensayos de Laboratorio a muestras de Suelos de Fundación

Relación de ensayos	Norma ASTM	Norma MTC	Propósito del ensayo
Contenido de Humedad de un Suelo	D-2216 (98)	MTC E 108 (00)	Determinar el contenido de humedad del suelo
Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	D-422 (02)	MTC E 107 (00)	Determinar la distribución del tamaño de partículas
Límite Líquido (MALLA Nº 40)	D-4318 (00)	MTC E 110 (00)	Hallar el contenido de agua entre los estados
Límite Plástico (MALLA Nº 40)	D-4318 (00)	MTC E 111 (00)	Hallar el contenido de agua entre los estados
Peso Específico Relativo de las Partículas Sólidas	D-854 (02)	MTC E 113 (00)	Determinar la densidad relativa
Determinación del material que pasa el tamiz Nº 200	D-1140 (00)	--	Determinar la distribución del tamaño de partículas
Clasificación de Suelos para propósitos de Ingeniería	D-2487 (93)	--	Clasificación del suelo
Clasificación de Suelos para el uso en Vías de Transporte	D-3282 (04)	--	Clasificación del suelo
Compactación del suelo en laboratorio	D-1557 (00)	MTC E-115 (00)	Determinar la relación entre contenido de agua y peso unitario
CBR (Relación de Soporte de California) de Suelos Compactados	D-1883 (99)	MTC E-132 (00)	Determinar la capacidad de carga y módulo resiliente

Nota: La tabla presenta una lista de los ensayos de mecánica de suelos realizados en el laboratorio. Estos ensayos incluyen la determinación del contenido de humedad del suelo, el análisis granulométrico por tamizado, la medición de los límites líquido y plástico, la determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas, la

clasificación del suelo según los estándares de ingeniería y para vías de transporte, la compactación del suelo y la determinación del CBR (Relación de Soporte de California) para suelos compactados. Cada ensayo se realiza de acuerdo con normas específicas establecidas por ASTM o MTC, y tiene un propósito definido, como caracterizar las propiedades del suelo, clasificarlo o evaluar su capacidad de carga. Estos ensayos son fundamentales para comprender las características y comportamiento del suelo en el contexto del proyecto en cuestión.

Con respecto a las propiedades físicas

El informe de suelos (2014) documento que se encuentra en la memoria descriptiva de la obra en mención señala que los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas de los suelos y clasificarlos. Estos ensayos incluyen el análisis granulométrico por tamizado, que permite conocer la distribución de las partículas según su tamaño; los límites líquido y plástico, que definen los estados de plasticidad y trabajabilidad del suelo en función de su contenido de humedad; y el contenido de humedad natural, que indica la cantidad de agua presente en una muestra de suelo.

Además, se menciona la clasificación de los suelos según los métodos SUCS y AASHTO, los cuales consideran el tamaño de las partículas y permiten categorizar los diferentes tipos de suelos.

En el resumen se presentan los resultados de laboratorio obtenidos a partir de los ensayos estándares mencionados, aunque no se proporcionan detalles específicos sobre dichos resultados.

Tabla 35*Ensayos de laboratorio estándares de Suelos de Fundación*

Kilómetro	Carretera	Carril	Lado	Longitud (km)	Pendiente (%)	Velocidad (km/h)	Tipo de Suelo	Diseño de Pavimento
		C	M	Derecho	1.0	37	12	A-6
96+757	-497	-02	ho	0-1.80	.3	.6	GM	(1)
96+957	C-498	M-01	Derecho	0.00-1.30	25.6	NP	GM	A-2-4 (0)
96+957	C-498	S/M	Derecho	>1.30	-.	-.	ROCA	ROCA
97+157	C-499	M-01	Derecho	0.00-1.50	24.1	NP	GM	A-2-4 (0)
97+357	C-500	S/M	Derecho	0.00-0.01	-.	-.	DESBRO CE	DESBRO CE
97+357	C-500	M-01	Derecho	0.01-2.10	24.6	NP	SM	A-4 (0)
97+557	C-501	S/M	Derecho	0.00-0.01	-.	-.	DESBRO CE	DESBRO CE
97+557	C-501	M-01	Derecho	0.01-1.80	30	6.2	SM	A-2-4 (0)
97+757	C-502	M-01	Derecho	0.00-1.50	20.6	NP	SM	A-2-4 (0)
97+957	C-503	S/M	Derecho	0.00-0.01	-.	-.	DESBRO CE	DESBRO CE
97+957	C-503	M-01	Derecho	0.01-2.10	22.9	NP	ML	A-4 (0)
98+157	C-504	S/M	Derecho	0.00-0.01	-.	-.	DESBRO CE	DESBRO CE
98+157	C-504	M-01	Derecho	0.01-0.40	21.2	NP	GM	A-1-b (0)
98+157	C-504	S/M	Derecho	>0.40	-.	-.	ROCA	ROCA

Nota: En resumen, la tabla brinda una visión detallada de la ubicación, características del terreno y obras realizadas en diferentes segmentos de la carretera, así como la clasificación de la carretera según las normativas correspondientes. Esta información puede ser utilizada por ingenieros y profesionales de la infraestructura vial para el diseño, mantenimiento y gestión eficiente de la carretera.

Mejoramiento de suelos

En cuanto al mejoramiento de suelos, se encontraron capas de materiales inadecuados, como material orgánico, arcillas limosas y

contaminantes en menor grado, a lo largo del eje proyectado durante las prospecciones en campo. Por lo tanto, se han tenido en cuenta criterios y metodologías de mejoramiento de suelos para analizar y definir las actividades necesarias para su tratamiento, cuyos resultados se describen a continuación

Tabla 36

Resumen de sectores de mejoramiento de suelos lado derecho

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N.º 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 103+157	C-529	S/M	Derecho	>0.60	-.-	-.-	ROCA	ROCA
Km. 103+357	C-530	M-01	Derecho	0.00-0.40	49.2	18.5	GM	A-7-5 (2)
Km. 103+357	C-530	M-02	Derecho	0.40-2.00	36.9	13.7	SC	A-6 (2)
Km. 103+557	C-531	M-01	Derecho	0.00-1.60	37.6	7	SM	A-2-4 (0)

Tabla 37

Resumen de sectores de mejoramiento de suelos lado derecho

Inicio	Fin	Longitud(m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
56+050	56+270	220.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
56+990	57+050	60.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
57+090	57+170	80.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
58+630	58+890	260.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
58+910	59+160	250.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
59+350	59+530	180.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
59+770	59+810	40.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
59+810	59+890	80.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
60+090	60+150	60.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
60+190	60+310	120.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
60+330	60+410	80.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
61+030	61+330	300.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
61+570	61+950	380.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
63+670	63+850	180.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
64+630	64+830	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
72+130	72+170	40.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
72+230	72+250	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
72+270	72+290	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
75+250	75+270	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
75+290	75+430	140.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
76+210	76+410	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
83+270	83+670	400.0	Derecho	Mejoramiento	0.8

Es importante remarcar que según el informe dado en la memoria descriptiva (2016) sostiene que los reemplazos y mejoramientos se debe evitar realizar los trabajos, durante la época de lluvias. Es importante que los ejecutores implementen medidas de drenaje preventivo y protección en caso de lluvias, ya que si no se cumplen estas medidas, podría ser necesario realizar reemplazos masivos de materiales debido a la saturación de los suelos de fundación por exceso de humedad. Además, antes de llevar a cabo los trabajos de relleno para alcanzar el nivel de subrasante requerido, se debe limpiar los materiales de desbroce existentes en la superficie, siguiendo lo establecido en las Especificaciones Técnicas del proyecto.

Conclusiones del estudio de Suelos

En el estudio de suelos realizado, se utilizó el método de prospecciones a cielo abierto, específicamente calicatas, que se ubicaron a lo largo del eje de la vía proyectada con un espaciamiento promedio de 200 metros entre cada una. Estas calicatas tenían una profundidad mínima de 1.50 metros o hasta que se encontrara la presencia de rocas, suelos orgánicos, bloques y bolonerías.

El espaciamiento entre las calicatas permitió obtener información suficiente para inferir el perfil estratigráfico de los suelos a lo largo de toda la longitud de la vía. Este perfil se basó en el análisis de ensayos de caracterización de laboratorio, como el análisis granulométrico, los límites de consistencia y la clasificación de los suelos, así como en los registros de perforación y las vistas fotográficas.

Para determinar los sectores finales de mejoramiento de suelo de fundación, se tuvieron en cuenta los criterios y metodologías desarrolladas, los trabajos de corte y relleno proyectados a lo largo de la vía y la carga influente hasta 1.5 metros por debajo del nivel de rasante. Estos trabajos se llevarán a cabo utilizando material de excavación que cumpla con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

de Carreteras y que tenga un índice CBR igual o mayor al 25% a 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca).

En cuanto a los sectores de mejoramiento, se definieron en función del análisis del perfil estratigráfico, las cotas del terreno natural y de la subrasante, y la inspección de campo realizada después de elaborar el perfil estratigráfico. Principalmente, se realizará el reemplazo de la capa superficial donde no se tenía previsto hacer cortes mayores al espesor de la cobertura identificada.

Las áreas con una capa de cobertura superficial de desbroce serán eliminadas, y se colocarán los materiales de relleno según la topografía y el diseño vial hasta alcanzar el nivel de subrasante deseado.

Es importante tener en cuenta que los trabajos de mejoramiento no se realizarán durante la época de lluvias. Los encargados de la ejecución deberán implementar medidas de drenaje preventivo y protección en caso de lluvias, ya que el incumplimiento de estas medidas podría saturar la subrasante y requerir mejoras masivas debido al exceso de humedad. Antes de realizar los trabajos de relleno para alcanzar la subrasante requerida, se debe limpiar los materiales de desbroce existentes en la superficie para garantizar un buen comportamiento de la subrasante.

Durante la inspección de campo y la realización de las prospecciones, no se encontró una presencia significativa de suelos inadecuados que requirieran actividades de estabilización previamente descritas. Los suelos de fundación predominantes son principalmente granulares, y en algunas áreas también se encontraron suelos rocosos con buen valor relativo de soporte para el diseño del pavimento.

5.1.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

➤ Área de influencia

El área de influencia del proyecto "Mejoramiento de la Carretera Huánuco - Conococha, Sector: Huánuco - La Unión - Huallanca" ha sido delimitada siguiendo los criterios establecidos en los términos de referencia y tomando como base el Estudio de Factibilidad del proyecto. Esta área abarca tanto elementos bióticos (seres vivos) como abióticos (elementos no vivos), incluyendo a las poblaciones humanas en diferentes formas de asentamiento y organización, que podrían verse afectadas de manera positiva o negativa por la ejecución y operación del proyecto vial.

Es importante mencionar que el área de Influencia engloba tanto el territorio adyacente a la obra como los espacios socioeconómicos y culturales relacionados con ese territorio o con el servicio que brindará la carretera. El área de Influencia del Proyecto coincide con el área de Estudio sobre la cual se aplicará el estudio de Impacto Ambiental (EIA). En general, se distinguen dos niveles de área de Influencia según la proximidad de exposición de los componentes ambientales, biológicos y sociales afectados por las actividades del proyecto: el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII), que se describen en los siguientes apartados.

➤ Área de Influencia Directa (AID)

Área de Influencia Directa (AID) se refiere al área que rodea directamente a la infraestructura vial, donde los impactos socioambientales, tanto negativos como positivos, durante la fase de construcción y operación de la carretera son directos y de mayor intensidad. Generalmente, los manuales de impacto ambiental de carreteras, especialmente los creados por entidades de crédito multilateral, han establecido como criterio básico para definir el AID una distancia entre las actividades del proyecto y el límite que se considera como impacto directo. Esta distancia se ha establecido en 200 metros a

cada lado del eje de la vía. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta distancia puede variar según las condiciones específicas del entorno, como características geográficas, clima, entre otros factores. Por lo tanto, este criterio se combinará con otros señalados en los Términos de Referencia. Uno de los elementos considerados en el AID son las zonas expuestas a impactos debido a las instalaciones auxiliares, como canteras, depósitos de materiales excedentes, campamentos, patios de máquinas, plantas chancadoras, plantas de mezcla asfáltica, plantas de concreto, polvorines, entre otros. El AID no solo se refiere a la zona por donde pasa la carretera, sino también a las instalaciones y sus componentes que pueden afectar de manera positiva o negativa los aspectos físicos, biológicos o sociales.

Distritos, centros poblados (comunidades campesinas, caseríos y otros) cuya jurisdicción cruza la vía.

Tabla 38

Capitales distritales -jurisdicción

Capitales Distritales	Provincia
Huancapallac	Huánuco
Cahuac, Obas, Chupán (Aparicio Pomares), Pampamarca, Jancas Chico	Yarowilca
Chuquis, Yanas, Shunqui, Sillapata, Ripán	2 de Mayo
Huallanca	Bolognesi (Dpto. Ancash)

Fuente: Expediente Técnico, 2016

Áreas Naturales Protegidas y su zona de amortiguamiento: Se analiza la información provista por entidades como el SERNANP y otros documentos gubernamentales para identificar las áreas protegidas que podrían verse afectadas por el proyecto. Se considera los impactos potenciales en estas áreas y se reconoce su importancia dentro del proyecto.

Predios afectados o beneficiados: Se evalúa la afectación temporal o permanente de viviendas y tierras agrícolas debido al

proyecto vial. Se considera la compensación correspondiente por estas afectaciones.

Comunidades campesinas: Se identifica las comunidades campesinas cuya jurisdicción atraviesa o colinda con la vía. Se mencionan datos sobre el idioma predominante en estas comunidades y la cantidad aproximada de comuneros. La mayoría de las comunidades campesinas están asociadas a un solo distrito o provincia.

Microcuencas: Mediante el uso de un plano de cuencas, se identificarán las microcuencas que son atravesadas por la vía. Estas cuencas se considerarán en relación a los impactos del proyecto y se buscará prevenir conflictos relacionados con el agua.

Ecosistemas críticos: Se cuenta con la ayuda de un especialista en flora y fauna para identificar los ecosistemas críticos dentro del área de influencia del proyecto. Estos ecosistemas se mapearán en relación a su distancia desde el eje de la vía. Su importancia radica en su alta vulnerabilidad y valor ambiental. Es importante considerar y evaluar los impactos en áreas naturales protegidas, patrimonio cultural, predios, comunidades campesinas, microcuencas y ecosistemas críticos dentro del área de influencia del proyecto vial. Se busca identificar y mitigar los posibles impactos negativos, al tiempo que se valora la importancia de preservar el patrimonio cultural y los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas. (Informe final Impacto Ambiental Tomo 6, 2016).

Tabla 39*Área de influencia directa*

N.º	Localidad	Categoría según INEI	Distrito	PROVINCIA	Progresiva (Aproximada)
1	Huánuco	Capital provincia	Huánuco	Huánuco	0+000
2	Pucuchinche	Caserío	Huánuco	Huánuco	5+000
3	Huacalle	Caserío	Kichki	Huánuco	12+500
4	Higueras	Caserío	Kichki	Huánuco	13+600
5	Huancapallac	Pueblo	Kichki	Huánuco	18+000
6	Punchao Chico	Caserío	Kichki	Huánuco	23+500
7	San Pablo de Mitotambo	Caserío	Kichki	Huánuco	26+100
8	Mitocucho	Caserío	Kichki	Huánuco	26+800
9	Santa Ana de Pampas	Pueblo	Kichki	Huánuco	42+000
10	Chasqui	CPM	Jacas Chico	Yarowilca	47+000
11	San Cristóbal de Jacas Chico	Pueblo	Jacas Chico	Yarowilca	51+000
12	Punto Unión	CPM	Jacas Chico	Yarowilca	55+000
13	Ayapiteg	CPM	Chavinillo	Yarowilca	58+000
14	Chuntaragra	Caserío	Chavinillo	Yarowilca	60+000
15	Lliclla Tambo	CPM	Chavinillo	Yarowilca	63+000

Nota: Datos presentados en la tabla muestran una lista de localidades y comunidades en la región de Huánuco, Perú, junto con su categoría según el INEI, el distrito y provincia a los que pertenecen, y la progresiva aproximada a lo largo de una vía o carretera.

Tabla 40*Área de influencia - 2*

N.º	Localidad	Categoría según INEI	Distrito	PROVINCIA	Progresiva (Aproximada)
16	Kutipuquio	Barrio	Chavinillo	Yarowilca	64+000
17	Puca Puca	Caserío	Chavinillo	Yarowilca	65+000
18	Pilco cancha	Caserío	Chavinillo	Yarowilca	67+000
19	Chavinillo	Capital provincia	Chavinillo	Yarowilca	70+000
20	Huayuculano	CPM	Chavinillo	Yarowilca	76+500
21	Huacuto	Caserío	Chavinillo	Yarowilca	77+000
22	Colquillas	CPM	Obas	Yarowilca	83+500
23	Villa de Acobamba	CPM	Aparicio Pomares	Yarowilca	96+000
24	Tingo Chico	Caserío	Chuquis	Dos de Mayo	103+000
25	Pachas	Pueblo	Pachas	Dos de Mayo	121+000
26	Villa Retama	Caserío	Shunqui	Dos de Mayo	124+000
27	Tunya	Pueblo	Shunqui	Dos de Mayo	127+000
28	Conoc	Caserío	Ripan	Dos de Mayo	134+000
29	Quishuar	Caserío	Ripan	Dos de Mayo	135+000
30	Agoqusha (Agokusha)	Barrio	Ripan	Dos de Mayo	136+000
31	Ripan	Caserío	Ripan	Dos de Mayo	136+500
32	La Unión	Capital provincia	La Unión	Dos de Mayo	137+000
33	Colpa	CPM	La Unión	Dos de Mayo	142+000
34	Huallanca	Urbano	Huallanca	Bolognesi	153+000

Nota: Datos relevantes para el diseño y la planificación de proyectos viales, ya que proporcionan información sobre las ubicaciones específicas de las localidades y comunidades a lo largo de una ruta determinada. Esto permite identificar las áreas que se verán directamente afectadas por la construcción y operación de una carretera, así como evaluar los impactos potenciales en términos de accesibilidad y desarrollo de infraestructura.

➤ **Área de Influencia indirecta (All)**

De acuerdo el informe de impacto ambiental con respecto al Área de Influencia Indirecta (All) del proyecto vial se refiere a los espacios geográficos que se ven afectados de alguna manera por la carretera en estudio, aunque no sean directamente atravesados por ella. Por lo general, incluye distritos, provincias o incluso departamentos que mantienen interacciones con el área de influencia directa a través de caminos de acceso u otros medios de transporte.

En el All, se pueden observar efectos e impactos indirectos durante la construcción y operación del proyecto vial. Para determinar el alcance del Área de Influencia Indirecta del proyecto, se consideran los siguientes criterios:

Las zonas donde se encuentran comunidades campesinas, indígenas y nativas, así como áreas naturales protegidas, áreas de patrimonio cultural y ecosistemas.

El texto hace referencia a diferentes elementos que están vinculados a la vía principal a través de caminos de acceso terrestres o fluviales que convergen en ella. Estos elementos son los siguientes:

Caminos de acceso terrestre o fluvial: Se refiere a los caminos o rutas que conectan a diferentes zonas con la vía principal. Estos caminos pueden ser terrestres o fluviales, y su función es proporcionar una conexión entre la vía principal y las áreas circundantes.

Cuencas o microcuencas: Son áreas geográficas que están atravesadas o adyacentes a los caminos de acceso del proyecto. Las cuencas y microcuencas son importantes ya que pueden estar influenciadas por el proyecto vial y sus efectos ambientales.

Centros poblados: Son localidades o asentamientos humanos que se encuentran conectados con la vía principal a través de una carretera, camino secundario, ramal o vía fluvial. Estos centros poblados pueden ser capitales de provincia o distrito, o bien contar con una

población mínima de 500 habitantes. En el área de influencia indirecta se han identificado un total de 20 centros poblados, donde residen aproximadamente 161,771 personas.

Tabla 41

Área de Influencia Indirecta

CUADRO DE ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA					
N.º	Localidad	Categoría según INEI	Distrito	PROVINCIA	POBLACIÓN
1	Paucarbamba	Capital distrito	Amarilis	Huánuco	57,596
2	Huánuco	Capital provincia	Huánuco	Huánuco	71,707
3	Huancapallac	Pueblo	Kichki	Huánuco	1,012
4	Chasqui	CPM	Jacas Chico	Yarowilca	800
5	San Cristóbal de Jacas Chico	Pueblo	Jacas Chico	Yarowilca	667
6	Punto Unión	CPM	Jacas Chico	Yarowilca	480
7	Ayapiteg	CPM	Chavinillo	Yarowilca	650
8	Chavinillo	Capital provincia	Chavinillo	Yarowilca	1,645
9	Cahuac	Pueblo	Cahuac	Yarowilca	1427
10	Obas	Pueblo	Obas	Yarowilca	1056
11	Chupan	Capital distrital	Aparicio Pomares	Yarowilca	1,260
12	Pampamarca	Capital distrital	Pampamarca	Yarowilca	544
13	Shunqui	Capital distrito	Shunqui	Dos de Mayo	2299
14	Chuquis	Capital distrito	Chuquis	Dos de Mayo	4333
15	Yanas	Capital distrital	Yanas	Dos de Mayo	894
16	Pachas	Pueblo	Pachas	Dos de Mayo	3,000
17	Sillapata	Capital distrital	Sillapata	Dos de Mayo	504
18	Ripan	Caserío	Ripan	Dos de Mayo	2,278
19	La Unión	Capital provincia	La Unión	Dos de Mayo	4,836
20	Huallanca	Urbano	Huallanca	Bolognesi	4,783
TOTAL					161,771

Nota: Datos del El Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto vial abarca diferentes localidades y distritos que se encuentran conectados indirectamente a través de caminos de acceso o intercambios con la zona de Influencia Directa. (Informe de Impacto Ambiental, 2016.Tomo VI. p10)

5.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El Trabajo de Suficiencia Profesional, aborda el tema del "Mejoramiento de Carretera y la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de "; los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca bajo la premisa de que las carreteras son un elemento vital para el desarrollo económico, social y cultural de una región, y su adecuada transitabilidad es fundamental para garantizar

la conectividad y el bienestar de las comunidades que dependen de ellas, aspectos que coinciden con el artículo de Asomani-Boateng et al. (2015) sobre los impactos socioeconómicos de las mejoras en los caminos rurales en Ghana, donde concluye que las mejoras en el transporte tienen un impacto positivo en el crecimiento económico y en el nivel de vida de las personas, de igual modo, Mozombite (2018) en su trabajo de Suficiencia Profesional titulado *“Mejoramiento del Camino Vecinal (Desde El Centro Poblado San Jose Hasta El Caserio San Juan), A.H Ampliacion San Jose li Etapa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali”* señalan que las carreteras son un nexo y un eje de desarrollo entre los pueblos del Perú, en especial entre ellos, penetrando ciudades remotas y especialmente áreas agrícolas, ambos autores coinciden con nuestro estudio.

Esto significa que las carreteras mejoradas ayudan a que las comunidades crezcan y prosperen. De la misma manera podemos indicar que se realizó los estudios de ingeniería en la obra de mejoramiento de carretera y transitabilidad vehicular y peatonal de los tramos de Conococha, el levantamiento topográfico permitió obtener datos precisos sobre la configuración del terreno en los tramos de la carretera como las pendientes, altitudes, curvas de nivel y la ubicación de cuerpos de agua ; datos que fueron esenciales para el diseño de la carretera, la planificación de las curvas y pendientes adecuadas, y la ubicación de puentes, drenajes y otros elementos necesarios para garantizar una transitabilidad segura y eficiente. El estudio de suelos permitió, comprender las características y propiedades del terreno en los diferentes tramos con la determinación de la capacidad de carga del suelo, su resistencia, su compresibilidad y su permeabilidad. datos que son fundamentales para el diseño de las bases y subbases de la carretera, así como para la selección de los materiales adecuados que aseguren la estabilidad y durabilidad de la vía. También el estudio de canteras nos permitió identificar y evaluar las fuentes de suministro de materiales de construcción, como grava, arena y roca; el cual determina la calidad de los materiales, su disponibilidad, accesibilidad y viabilidad económica, asegurando así un suministro adecuado y oportuno para la obra. Por último, el estudio ambiental evaluó y redujo el impacto de la obra en el medio ambiente y la sociedad.

Identificó y evaluó áreas protegidas, fuentes de agua, flora y fauna en los tramos de la carretera. Esto permitió implementar medidas de protección y mitigación, así como diseñar estrategias de manejo ambiental para minimizar el impacto de la obra y cumplir con las regulaciones ambientales vigentes.

Estos resultados se relacionan directamente con lo que sustentan Saucedo y Vásquez (2016) en su trabajo de investigación donde se propusieron alternativas para mejorar una carretera específica llamada "Sanagorán a los caseríos de Hualangopampa - El Huayro" en el distrito de Sanagorán, provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad. Pero para ello tuvieron que realizar los estudios básicos de ingeniería, realizaron levantamientos topográficos, estudios de suelos y canteras, y se llevó a cabo un diseño hidrológico para garantizar la seguridad y el funcionamiento adecuado de la carretera. Los autores llevaron a cabo una recopilación de datos en el campo y luego realizaron un trabajo de gabinete utilizando el software AutoCAD Civil 3D. Como resultado, determinaron que la longitud total de la carretera es de 10 kilómetros y 500 metros. Después de realizar un estudio socioeconómico y técnico, clasificaron la carretera como Autopista Clase III.

Por último, recalamos lo que señala Fajardo (2014) somos conscientes que un factor muy importante para el crecimiento económico, es decir para el desarrollo de un estado o país son las obras viales, como las carreteras ya que no solo son mecanismos que permite el transporte de seres humanos sino; la conexión que permite el desarrollo en varios campos: agricultura, turismo, ganadería, entre otros. En consecuencia, el sistema de carreteras es clave para el desarrollo del comercio y el progreso de nuestros habitantes.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en el Trabajo de Suficiencia Profesional se concluye lo siguiente:

- Se realizó los estudios topográficos para evaluar y determinar diferentes aspectos de la carretera en cuestión. El tramo de la carretera comienza en la salida de Punto Unión, km 52+920, y termina en el ingreso al Puente Tingo Chico, km 102+819.
- Se utilizaron puntos de apoyo georreferenciados y de control vinculados a una base llamada Estación permanente GNSS-HC03, utilizada en el sistema LIDAR. Se utilizó el método Diferencial o Estático para el control horizontal, y se empleó un punto de referencia del Instituto Geográfico Nacional (IGN): HC03 - Huánuco. La carretera se clasifica como de Segundo Orden en función de la demanda, y de Tipo 3 y Tipo 4 según la orografía. Se estableció una velocidad de diseño de 40 km/h para los sectores 1, 3 y 5, y de 30 km/h para los sectores 2 y 4 debido a la sinuosidad y la dificultad del terreno. La carretera tiene un relieve variado, desde accidentado a ondulado, a lo largo de todo el tramo. Se proyectaron curvas con radios mínimos de 30 metros para una velocidad de diseño de 30 km/h, y de 50 metros con espirales para una velocidad de diseño de 40 km/h. Se consideraron excepciones en zonas urbanas para evitar afectaciones. Se asignó una longitud mínima de 60 metros para las curvas verticales, teniendo en cuenta la visibilidad de parada. En zonas críticas, la velocidad de ingreso es de 30 km/h, manteniendo una sección de 6,60 metros, y en zonas urbanas la velocidad y la sección son de 30 km/h y 6,00 metros respectivamente. La carretera se encuentra en una altitud que varía entre los 2.900 y 3.900 metros sobre el nivel del mar. El clima en la zona es tanto cálido como frío, con precipitaciones anuales que oscilan entre 500 mm y 1.000 mm, y temperaturas medias anuales entre 15 °C y 8 °C. Se consideró un bombeo del 2,5% en la calzada y del 4,0% en las bermas y sobreechamientos de compactación hacia el exterior de la plataforma. Está planificado construir cunetas con forma de triángulo a lo largo de la carretera, revestidas con concreto y con una profundidad de 0.50 metros.

Estas cunetas servirán para drenar el agua de lluvia de la calzada, taludes y bermas, así como para drenar el agua subterránea acumulada en los taludes. Cabe señalar que los estudios topográficos proporcionaron información esencial sobre las características de la carretera, incluyendo su tramo inicial y final, puntos de control, clasificación, diseño de curvas.

- Con referencia al estudio de suelos realizado para el proyecto, se utilizaron calicatas ubicadas a lo largo del eje de la vía proyectada, con un espacio promedio de 200 metros entre cada una. Estas calicatas se excavaron hasta una profundidad mínima de 1.50 metros o hasta encontrar rocas, suelos orgánicos, bloques y bolonerías. (fragmentos de rocas más pequeños en comparación con los bloques). El espaciamiento entre las calicatas permitió obtener información suficiente para conocer el perfil estratigráfico de los suelos a lo largo de toda la vía. Esta información se basó en ensayos de laboratorio, como el análisis granulométrico, los límites de consistencia y la clasificación de los suelos, así como en los registros de perforación y fotografías. Para determinar los sectores de mejoramiento del suelo de fundación, se tuvieron en cuenta criterios y metodologías específicas, los trabajos de corte y relleno proyectados a lo largo de la vía, y la carga influente hasta 1.5 metros por debajo del nivel de la rasante. Estos trabajos se llevaron a cabo utilizando material de excavación que cumpla con las especificaciones técnicas y tenga un índice CBR igual o mayor al 25% a 95% de la máxima densidad seca.
- En relación a los sectores de mejoramiento, se definieron según el análisis del perfil estratigráfico, las cotas del terreno natural y de la subrasante, y la inspección de campo realizada. Se reemplazó la capa superficial en las áreas donde no se planificaron cortes mayores al espesor de la cobertura identificada. Se eliminó las capas de cobertura superficial de desbroce y se coloca los materiales de relleno de acuerdo a la topografía y el diseño vial hasta alcanzar el nivel de subrasante deseado. Es importante tener en cuenta que los trabajos de mejoramiento no se realizan durante la época de lluvias. Se deben implementar medidas de drenaje preventivo y protección en caso de lluvias para evitar la saturación de la subrasante y posibles mejoras adicionales debido al exceso de humedad. Antes de realizar los trabajos de relleno, se debe limpiar los materiales de desbroce

existentes en la superficie para garantizar un buen comportamiento de la subrasante. Durante la inspección de campo y las prospecciones realizadas, no se encontraron suelos inadecuados que requirieran actividades de estabilización previas. Los suelos predominantes en la zona son principalmente granulares, y también se encontraron áreas con suelos rocosos que tienen un buen valor de soporte para el diseño del pavimento. Finalmente podemos mencionar, que el estudio de suelos proporcionó información esencial para determinar la composición del suelo a lo largo de la vía, nos permitió identificar los sectores que requieren mejoramiento y planificar las acciones necesarias para asegurar una base sólida y estable para la carretera.

- Con respecto al estudio de impacto ambiental es una etapa importante en la construcción de la carretera, ya que nos ayudó a evaluar y mitigar el impacto que la obra puede tener en el medio ambiente y en las comunidades cercanas. Durante este estudio, se investigan áreas protegidas, fuentes de agua, la vida silvestre y las plantas que se encuentran en los lugares por donde pasó la carretera. El objetivo principal del estudio ambiental fue proteger y conservar el entorno natural, así como minimizar cualquier daño que pueda ocurrir debido a la construcción de la carretera. Esto se logra tomando medidas especiales de protección y mitigación para preservar los recursos naturales y evitar impactos negativos en la fauna, la flora y los cuerpos de agua. Además, se diseñó estrategias de manejo ambiental que aseguran el cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales existentes. Y garantizar que la construcción de la carretera los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca, se realice de manera responsable y sostenible, protegiendo el medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones ambientales vigentes.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Universidad Huanuco , fomentar la investigación aplicada, es decir estimular a los estudiantes a realizar investigaciones de campo y análisis detallados sobre problemas reales de carreteras y transitabilidad, colaborando con instituciones gubernamentales, empresas de ingeniería o comunidades locales para obtener datos relevantes y aplicables.
- De la misma manera incentivar la innovación tecnológica en el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo del mejoramiento de carreteras, como el uso de drones, sensores, sistemas de información geográfica y modelado 3D, para mejorar la eficiencia y precisión en los estudios y diseños; aspectos que serian muy importantes para el desarrollo de futuros estudios.
- Con respecto al desarrollo de la obra se recomienda fomentar el enfoque en sostenibilidad, es decir la incorporación de principios de sostenibilidad en el diseño y construcción de carreteras, incluyendo aspectos ambientales, sociales y económicos. Promover la implementación de soluciones que minimicen el impacto ambiental, mejoren la calidad de vida de las comunidades locales y sean financieramente viables. Que no solo quede en documentacion sino la aplicación propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asomani-Boateng, R., Fricano, R. J., & Adarkwa, F. (2015). Assessing the socio-economic impacts of rural road improvements in Ghana: A case study of transport sector program support (II). *Case studies on transport policy*, 3(4), 355-366.
- Astonitas Medina, Y. (2018). *Mejoramiento de la carretera Solecape–Cruz de Mediana–Panamericana Norte, distrito de Mochumí–departamento de Lambayeque–región Lambayeque-2018*.
- Calle Terrones, O. G., & Siccha Santos, A. C. (2016). *Diseño del mejoramiento de la carretera entre los caseríos el Calvario-Cargache-Cungush-Huamanzaña, distrito de Curgos provincia de Sanchez Carrión, departamento La Libertad*.
- Correa Montoya, M. (2021). *Manual de diseño de vías urbanas (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT)*.
- Gichaga, F. J. (2017). The impact of road improvements on road safety and related characteristics. *IATSS research*, 40(2), 72-75.
- Herbas, B., & Rocha, E. (2018). Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. *Perspectivas*, 1(45), 123-160. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (Editorial & M. G. H. Education (eds.)). Editorial Education, Mc Graw Hill*. https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/wp-content/uploads/2019/02/RUDICsv9n18p92_95.pdf
- MTC. 2018. *Glosario de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima : s.n., 2018.
- Montero Argandoña, P. N. (2018). *Gestion de conservacion vial para el mejoramiento de carreteras de Provias Nacional-caso obra: "servicio de gestion y conservacion vial por niveles de servicio del corredor vial Huanuco–La Union–Huallanca–Dv. Antamina y Pte. Tingo–Llata-*

Antamina.

Expediente Técnico (2016). Mejoramiento de Carretera - tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca .Estudios de ingeniería.Informes

Washington, S., Karlaftis, MG, Mannering, F. y Anastasopoulos, P. (2020). Métodos estadísticos y econométricos para el análisis de datos de transporte . Prensa CRC.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Santamaría García, K. (2023). *Mejoramiento de carretera y la transitabilidad vehicular y peatonal de los tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca-2023* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1752-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de agosto de 2023

Visto, el Oficio N° 1226-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulado: "MEJORAMIENTO DE CARRETERA Y LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS TRAMOS DE CONOCOCHA, SECTOR HUANUCO-LA UNION - HUALLANCA -2023", presentado por el (la) Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1261-2023-D-FI-UDH, de fecha 07 de junio de 2023, se designó al jurado revisor que evaluará el Trabajo de Suficiencia Profesional, de la Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**, y;

Que, según Oficio N° 1226-2023-C-PAIC -FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulado: "MEJORAMIENTO DE CARRETERA Y LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS TRAMOS DE CONOCOCHA, SECTOR HUANUCO-LA UNION - HUALLANCA -2023", presentado por el (la) Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Martin César Valdivieso Echevarría (Secretario) y Mg. Jhon Elio Gomez Valles (Vocal), quienes declaran APTO para la Sustentación de su Trabajo de Suficiencia Profesional, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Trabajo de Suficiencia Profesional intitulado: "MEJORAMIENTO DE CARRETERA Y LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS TRAMOS DE CONOCOCHA, SECTOR HUANUCO-LA UNION - HUALLANCA -2023", presentado por el (la) Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil del Programa Académico de Ingeniería Civil, de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 990-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 04 de mayo de 2023

Visto, el Oficio N° 689-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 409049-0000003725, de la Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**, quien solicita Asesor de Trabajo de Suficiencia Profesional, para que lo oriente en la elaboración de dicho Trabajo.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 409049-0000003725, presentado por el (la) Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**, quien solicita Asesor de Trabajo de Suficiencia Profesional, para que lo oriente en la elaboración de dicho Trabajo, el mismo que propone al Mg. **Gelacio Pozo Pino**, como Asesor de Trabajo de Suficiencia Profesional, y;

Que, según lo dispuesto en el Título VI, Art. 59 y 60 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Bach. **Karen Rosario SANTAMARIA GARCIA**, al Mg. **Gelacio Pozo Pino**, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El candidato tendrá un plazo máximo de 03 meses para presentar el Trabajo de Suficiencia Profesional, contados a partir de la fecha de designación de Docente Asesor. Vencido el plazo fijado, y si el candidato no hubiera podido culminar por motivo de fuerza mayor, debidamente comprobado, podrá solicitar ampliación del plazo, no pudiendo ser mayor de un mes. En caso de no solicitar ampliación del plazo estipulado se considerará en abandono el expediente, pudiendo el interesado reiniciar la gestión de optar por la modalidad de tesis.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo.
BLCR/EJML/ato.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo el mejoramiento de la carretera contribuye en la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca-2023?	Mejorar la carretera para contribuir en la transitabilidad vehicular y peatonal en los tramos de Conococha, sector Huánuco, La Unión-Huallanca-2023	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Mejoramiento de carreteras</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Transitabilidad vehicular y peatonal</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Tipo Aplicada</p> <p>ENFOQUE</p> <p>Mixto</p> <p>ALCANCE O NIVEL</p> <p>Nivel descriptivo</p> <p>DISEÑO</p> <p>No experimental</p> <p>TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS</p> <p>Técnica de revisión de documentos, bibliografías, investigaciones, artículos, manuales y reglamentos relacionados con el mejoramiento de carreteras.</p> <p>Asimismo, se empleó la técnica de observación</p>

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO



Nota: Espacios de obra Mejoramiento de Carretera - tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca.



Nota: Espacios de obra Mejoramiento de Carretera - tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca



Nota: Espacios de obra Mejoramiento de Carretera - tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca



Nota: Espacios de obra Mejoramiento de Carretera - tramos de Conococha, sector Huánuco-La Unión-Huallanca

ANEXO 5

ESTUDIOS DE INGENIERÍA



**“ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA HUÁNUCO-CONOCOCHA, SECTOR
HUÁNUCO-LA UNIÓN –HUALLANCA RUTA PE-3N”**

SUB TRAMO II

**C.P. Punto Unión Km. 52+920 - C.P. Tingo Chico Km.
102+819**

INFORME FINAL
ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

1. Antecedentes

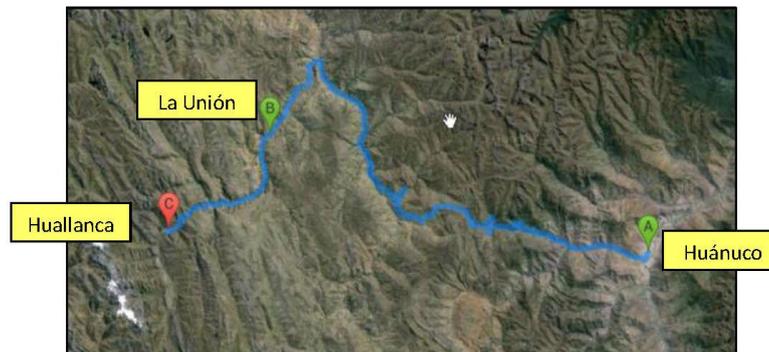
El Proyecto "Mejoramiento de la Carretera Huánuco -Conococha, Sector: Huánuco - La Unión - Huallanca", tiene una longitud de 152.8 Km aproximadamente y pertenece a la Ruta Nacional PE-N°03N y en su etapa de pre-inversión se ha determinado que es necesario entre otras actividades ensanchar en algunas zonas la actual carretera en servicio, construir y reemplazar las obras necesarias de arte y drenaje en sectores de escorrentía (ríos y quebradas) y colocar una superficie de rodadura adecuada al nivel de tráfico.

2. Ubicación y Accesibilidad

El tramo en estudio corresponde a un sector de la ruta 3N de la Red Vial Nacional conocida como la Carretera Longitudinal de la Sierra Norte, que se desarrolla entre la ciudad de la Oroya (Km. 00+000) y la localidad de Vado Grande, en la frontera con Ecuador. La ciudad de Huánuco se encuentra en el Km. 235+800 de esta carretera, La Unión en el Km. 372+800, y Huallanca en el Km. 391+080, según el itinerario de Rutas de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El acceso principal, desde la ciudad de Lima, lo constituye la Carretera Central (Tramo Lima – La Oroya – Huánuco) de aproximadamente 415 km., vía que se encuentra totalmente asfaltada y en buen estado. El tramo se recorre en un tiempo aproximado de 9 horas.

Figura 1 Ubicación de la vía sector Huánuco - La Unión –Huallanca



El estudio que nos ocupa tiene su punto inicial en el Km. 52+920 de la vía Huánuco-Huallanca(C.P. Punto Unión) y culmina en el Km (102+819) de dicha vía (C.P. Tingo Chico), el trazo sigue la dirección del curso del río Higuera (aguas arriba) circulando con un rumbo general hacia el Oeste para proseguir la cuenca del río Mito y Chasqui (aguas arriba), uniendo en su trayecto una serie de centros poblados tales como Cachuma, Mollepata, Racatahucro, Puyac, Mariapata, Punchao Chico, Mitotambo, Mitocucho, Pampas y Alto Unión.

3. Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo determinar las características físico-mecánicas de los materiales que conforman el terreno de fundación, definiendo el perfil estratigráfico del terreno, requerimiento de mejoramientos y/o estabilización de suelos, así como definir el valor relativo de soporte para el diseño de la estructura de pavimento de acuerdo a los niveles de tráfico presentados.

Objetivos Específicos:

- Realizar la investigación sub superficial de los terrenos por los que discurre la carretera proyectada, de modo que permita identificar los tipos de suelos existentes en el trazo propuesto.
- Definir el perfil estratigráfico de los suelos estudiados sobre la vía.
- Identificar los tipos de suelos caracterizándolos en función de las normas vigentes para el caso; sectorizando de ser posible la vía en función de dichas características.
- Establecer el valor relativo de soporte del terreno, definiendo el valor de soporte CBR o CBRs de diseño, que permitan calcular los espesores del pavimento, para los tramos o sectores identificados.
- Identificar sectores que requieran tratamientos especiales debido a la condición de calidad del suelo, tal como mejoramientos drenaje superficial por presencia de niveles freáticos.

4. ALCANCE Y DESARROLLO DEL ESTUDIO

Efectuar el estudio de los suelos de fundación a lo largo de la vía y diseñar la estructura de pavimento.

Para la ejecución del estudio, se tuvo en cuenta los criterios ingenieriles, términos de referencia del proyecto y en lo aplicable la documentación técnica que se detalla a continuación:

- ✓ Términos de Referencia para el estudio definitivo del Mejoramiento de la Carretera Huánuco - Conococha, Sector: Huánuco - La Unión -Huallanca.
- ✓ Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), aprobada mediante R.D. N° 03-2013-MTC/14.
- ✓ Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección: Suelos y Pavimentos aprobado mediante R.D. N° 05-2013-MTC/14.

- ✓ Manual de carreteras – Mantenimiento o Conservación vial aprobado mediante R.D. N° 30-2013-MTC/14.
- ✓ Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado mediante Decreto Supremo No.034-2001-MTC.
- ✓ AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

5. ESTADO SUPERFICIAL DE LA CARRETERA

La carretera en mención se inicia en la localidad del Centro Poblado Punto Unión en la progresiva km. 52+920, a una altitud de 3966 m y culmina en el Centro Poblado Tingo Chico en la progresiva km. 102+819, a una altitud de 2980 m.s.n.m, la longitud total aproximada es de 50.8 km. Se presenta a continuación la descripción de la vía por sectores.

Se presenta a continuación la descripción de la vía por sectores:

Km 52+350 – Km 54+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 5.9 m. en este sector.

Figura 2: Tramo Km 52+350 - Km 54+000



Km 54+000 – Km 55+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.6m.

Figura 3 Tramo Km 54+000 - Km 55+000



Km 55+000 – Km 56+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal, en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.5m. en este sector.

Figura4Tramo Km 55+000 - Km 56+000



Km 56+000 – Km 57+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal, en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad y peladuras leves. El ancho promedio de calzada es de 3.7m.

Figura 5 Tramo Km 56+000 - Km 57+000



Km 57+000 – Km 58+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.2m.

Figura 6 Tramo Km 57+000 - Km 58+000



Km 58+000 – Km 59+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad y peladuras escasas. El ancho promedio de calzada es de 3.6m.

Figura 7 Tramo Km 58+000 - Km 59+000



Km 59+000 – Km 60+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, con un moderado nivel de severidad y escasas peladuras. El ancho promedio de calzada es de 4.3m.

Figura 8 Tramo Km 59+000 - Km 60+000



Km 60+000 – Km 61+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y ahuellamientos, con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 5.1m. en este sector.

Figura9Tramo Km 60+000 - Km 61+000



Km 61+000 – Km 62+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.5 m. en este sector.

Figura 10 Tramo Km 61+000 - Km 62+000



Km 62+000 – Km 63+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y ahuellamientos, con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.4m. en este sector.

Figura11Tramo Km 62+000 - Km 63+000



Km 63+000 – Km 64+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.0m. en este sector.

Figura12Tramo Km 63+000 - Km 64+000



Km 64+000 – Km 65+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.4m. en este sector.

Figura13Tramo Km 64+000 - Km 65+000



Km 65+000 – Km 66+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.4m en este sector.

Figura14Tramo Km 65+000 - Km 66+000



Km 66+000 – Km 67+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.5m en este sector.

Figura15Tramo Km 66+000 - Km 67+000



Km 67+000 – Km 68+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 5.1m. en este sector.

Figura16Tramo Km 67+000 - Km 68+000



Km 68+000 – Km 69+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.2m. en este sector.

Figura17Tramo Km 68+000 - Km 69+000



Km 69+000 – Km 70+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.3m. en este sector.

Figura18Tramo Km 69+000 - Km 70+000



Km 70+000 – Km 71+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.6m. en este sector.

Figura19Tramo Km 70+000 - Km 71+000



Km 71+000 – Km 72+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.8m. en este sector.

Figura20Tramo Km 71+000 - Km 72+000



Km 72+000 – Km 73+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.0m. en este sector.

Figura21Tramo Km 72+000 - Km 73+000



Km 73+000 – Km 74+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.8m. en este sector.

Figura22Tramo Km 73+000 - Km 74+000



Km 74+000 – Km 75+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.9m. en este sector.

Figura23Tramo Km 74+000 - Km 75+000



Km 75+000 – Km 76+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.7m. en este sector.

Figura24Tramo Km 75+000 - Km 76+000



Km 76+000 – Km 77+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.3m. en este sector.

Figura25Tramo Km 76+000 - Km 77+000



Km 77+000 – Km 78+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.2m. en este sector.

Figura26Tramo Km 77+000 - Km 78+000



Km 78+000 – Km 79+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.0m. en este sector.

Figura27Tramo Km 78+000 - Km 79+000



Km 79+000 – Km 80+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.2m. en este sector.

Figura28Tramo Km 79+000 - Km 80+000



Km 80+000 – Km 81+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.6m. en este sector.

Figura29Tramo Km 80+000 - Km 81+000



Km 81+000 – Km 82+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.7m. en este sector.

Figura30Tramo Km 81+000 - Km 82+000



Km 82+000 – Km 83+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.9m. en este sector.

Figura31Tramo Km 82+000 - Km 83+000



Km 83+000 – Km 84+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.7m. en este sector.

Figura32Tramo Km 83+000 - Km 84+000



Km 84+000 – Km 85+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.5m. en este sector.

Figura33Tramo Km 84+000 - Km 85+000



Km 85+000 – Km 86+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.0m. en este sector.

Figura34Tramo Km 85+000 - Km 86+000



Km 86+000 – Km 87+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.3m. en este sector.

Figura35Tramo Km 86+000 - Km 87+000



Km 87+000 – Km 88+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.7m. en este sector.

Figura36Tramo Km 87+000 - Km 88+000



Km 88+000 – Km 89+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en moderado estado de conservación, presenta fisuras longitudinales, transversales y piel de cocodrilo, con bajo nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.2m. en este sector.

Figura37Tramo Km 88+000 - Km 89+000



Km 89+000 – Km 90+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 5.0m. en este sector.

Figura38Tramo Km 89+000 - Km 90+000



Km 90+000 – Km 91+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.7m. en este sector.

Figura39Tramo Km 90+000 - Km 91+000



Km 91+000 – Km 92+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.2m. en este sector.

Figura40Tramo Km 91+000 - Km 92+000



Km 92+000 – Km 93+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.7m. en este sector.

Figura41Tramo Km 92+000 - Km 93+000



Km 93+000 – Km 94+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel Afirmado, en regular estado de conservación, El ancho promedio de calzada es de 5.5m. en este sector.

Figura42Tramo Km 93+000 - Km 94+000



Km 94+000 – Km 95+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.7m. en este sector.

Figura43Tramo Km 94+000 - Km 95+000



Km 95+000 – Km 96+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.5m. en este sector.

Figura44Tramo Km 95+000 - Km 96+000



Km 96+000 – Km 97+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal (mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación compuesta de emulsión asfáltica, agregados de granulometría

cerrada, filler mineral y agua), en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.9m. en este sector.

Figura45Tramo Km 96+000 - Km 97+000



Km 97+000 – Km 98+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.1m. en este sector.

Figura46Tramo Km 97+000 - Km 98+000



Km 98+000 – Km 99+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel Afirmado, en regular estado de conservación. El ancho promedio de calzada es de 5.0m. en este sector.

Figura47Tramo Km 98+000 - Km 99+000



Km 99+000 – Km 100+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.5m. en este sector.

Figura48Tramo Km 99+000 - Km 100+000



Km 100+000 – Km 101+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal, en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 3.1m. en este sector.

Figura49Tramo Km 100+000 - Km 101+000



Km 101+000 – Km 102+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal, en regular estado de conservación, presenta fisuras longitudinales con un moderado nivel de severidad. El ancho promedio de calzada es de 4.2m. en este sector.

Figura50Tramo Km 101+000 - Km 102+000



Km 102+000 – Km 103+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel Afirmado, en regular estado de conservación. El ancho promedio de calzada es de 4.5m. en este sector.

Figura51Tramo Km 102+000 - Km 103+000



Km 103+000 – Km 104+000

La vía presenta una superficie de rodadura a nivel Afirmado, en regular estado de conservación. El ancho promedio de calzada es de 4.3m. en este sector.

Figura52Tramo Km 103+000 - Km 104+000



6. ESTUDIO DE SUELOS

6.1 OBJETIVO

El objetivo del estudio de suelos, es determinar las características físico-mecánicas de los materiales que conforman el terreno de fundación y suelos subyacentes al mismo; y definir en forma objetiva el valor relativo de soporte que permita cuantificar el aporte actual del terreno de fundación para el diseño de pavimento correspondiente. Así mismo definir los mejoramientos de suelos en caso se requeridos.

6.2 METODOLOGIA

El estudio de suelos comprende tres etapas, la primera de investigación de campo a lo largo del tramo mediante prospecciones de exploración a cielo abierto (calicatas) con obtención en cada caso de muestras representativas, la segunda etapa comprende la ejecución de los ensayos en laboratorio y finalmente la tercera etapa comprende el análisis de los resultados de laboratorio y establecer los parámetros necesarios para definir los sectores de mejoramiento y diseñar el pavimento.

A continuación se describe el plan de trabajo desarrollado en cada una de las etapas antes indicadas:

6.2.1 TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de exploración de campo se han efectuado durante el mes de noviembre de 2014, por el personal técnico del laboratorio de suelos Perú Infinito SAC (PEINSAC) con la supervisión del consultor y consistió en el recorrido de la vía para la excavación manual de calicatas a cielo abierto.

6.2.1.1 Excavación de Calicatas

Las calicatas fueron excavadas en forma manual, en promedio cada 200 m entre si y ubicadas a lo largo del alineamiento del proyecto, la profundidad mínima alcanzada fue de 1.50 m. En cada caso se obtuvieron muestras representativas que fueron objeto de ensayos en laboratorio. Se excavaron un total de 256 calicatas con las cuales se definió el perfil estratigráfico de la vía proyectada.

En cada una de las prospecciones (calicatas) se identificaron y describieron las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico de la vía tales como tipo de suelo, humedad, plasticidad, compacidad, color, forma, angularidad, etc; todo ello en concordancia con la nomenclatura establecida para tal fin en la norma ASTM D 2488 - 06 "Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)", así mismo se registraron vistas

fotográficas en cada prospección. Dicha información fue levantada en campo en formatos internos elaborado especialmente para tal fin y posteriormente toda la información se trasladará a los registros de perforación de calicatas, donde se indicará la profundidad de los estratos de suelos, características físicas y la clasificación visual-manual

De cada prospección efectuada se obtuvieron muestras representativas en cantidades suficientes para la ejecución de los ensayos de laboratorio requeridos para determinar las características físicas de los suelos de fundación, también se obtuvieron muestras cada kilómetro para la ejecución de ensayos de Próctor y CBR.

A continuación se presenta la relación de las calicatas realizadas:

Tabla 1 Relación de calicatas

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas		Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte				Este	Norte
C-271	52+230.12	Der	334044	8908717	C-294	56+885.54	Der	329774	8908982
C-272	52+418.73	Der	333880	8908738	C-295	57+082.32	Der	329796	8908787
C-273	52+595.86	Izq	333711	8908792	C-296	57+240.73	Der	329706	8908682
CA-058	52+722.00	Eje	333600	8908855	C-297	57+426.24	Der	329564	8908594
C-274	52+833.31	Der	333492	8908876	C-298	57+609.12	Der	329489	8908440
C-275	53+032.35	Izq	333298	8908908	C-299	57+775.40	Der	329387	8908332
C-276	53+226.18	Izq	333112	8908956	C-300	57+975.30	Der	329360	8908154
C-277	53+426.04	Izq	332924	8909022	C-301	58+155.80	Der	329287	8907986
C-278	53+620.13	Izq	332757	8909108	C-302	58+350.89	Der	329159	8907884
C-279	53+811.22	Izq	332575	8909162	C-303	58+534.85	Der	329045	8907766
CA-059	53+930.00	Eje	332458	8909170	C-304	58+733.34	Der	328851	8907780
C-279A	54+042.43	Izq	332345	8909188	C-305	58+924.78	Der	328659	8907768
C-280	54+241.09	Izq	332156	8909238	C-306	59+073.78	Der	328553	8907875
C-281	54+423.99	Izq	331977	8909278	C-307	59+245.71	Der	328418	8907976
CA-060	54+600.00	Eje	331828	8909361	C-308	59+443.89	Der	328318	8907808
C-283	54+793.87	Izq	331638	8909393	C-309	59+600.51	Der	328203	8907728
C-284	54+993.71	Izq	331435	8909403	C-310	59+783.57	Der	328131	8907583
C-285	55+190.00	Izq	331258	8909349	C-311	59+983.45	Der	328061	8907417
C-286	55+389.90	Izq	331064	8909354	C-312	60+182.14	Der	327934	8907266
C-287	55+572.07	Izq	330885	8909344	C-313	60+337.19	Der	327803	8907202
C-288	55+770.04	Izq	330699	8909295	C-314	60+502.23	Der	327746	8907048
C-289	55+970.02	Der	330503	8909302	CA-062	60+690.00	Eje	327625	8906916
CA-061	56+170.00	Eje	330316	8909242	C-316	60+889.00	Der	327489	8906998
C-291	56+351.66	Izq	330147	8909196	C-317	61+074.39	Der	327398	8907159
C-292	56+508.87	Izq	329994	8909234	C-318	61+274.31	Der	327251	8907285
C-293	56+702.60	Der	329825	8909137	C-319	61+473.17	Izq	327067	8907359

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte
C-320	61+666.52	Der	326917	8907459
CA-063	61+865.00	Eje	326734	8907508
C-322	62+038.33	Izq	326583	8907500
C-324	62+217.79	Der	326425	8907591
C-325	62+414.91	Der	326252	8907562
C-326	62+604.99	Der	326173	8907652
C-327	62+804.24	Der	326017	8907746
C-328	62+983.36	Der	325842	8907786
C-329	63+170.66	Der	325676	8907703
C-330	63+369.92	Der	325483	8907657
C-331	63+569.90	Der	325306	8907569
C-332	63+753.07	Der	325175	8907668
C-333	63+951.26	Izq	325098	8907847
C-334	64+151.21	Der	324929	8907845
C-335	64+337.04	Izq	324758	8907772
C-336	64+536.90	Der	324610	8907894
C-337	64+734.68	Der	324464	8908011
C-338	64+928.68	Der	324321	8908130
C-339	65+120.50	Der	324166	8908226
CA-064	65+320.00	Eje	324022	8908366
C-341	65+490.83	Der	323994	8908524
C-342	65+690.64	Der	324052	8908713
C-343	65+873.90	Der	323926	8908756
C-344	66+032.35	Der	323768	8908771
CA-065	66+225.50	Eje	323715	8908958
C-346	66+411.30	Der	323641	8909123
C-347	66+611.29	Der	323497	8909264
C-348	66+810.70	Der	323367	8909387
C-349	67+010.42	Izq	323478	8909528
C-350	67+210.35	Izq	323579	8909700
C-351	67+410.30	Izq	323696	8909837
C-352	67+609.64	Izq	323761	8910024
C-353	67+808.66	Izq	323751	8910222
C-354	68+008.62	Der	323809	8910395
C-355	68+208.53	Der	323945	8910506
C-356	68+408.23	Der	324034	8910661
C-357	68+601.30	Izq	324124	8910829
C-358	68+801.25	Der	324247	8910953

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte
C-359	69+001.20	Der	324338	8911123
C-360	69+201.10	Der	324452	8911279
C-361	69+400.90	Der	324500	8911473
C-362	69+600.41	Izq	324617	8911611
C-363	69+800.20	Der	324742	8911750
C-364	69+994.21	Der	324836	8911903
CA-066	70+180.00	Eje	324913	8912037
C-365	70+315.89	Der	324799	8911998
C-366	70+485.84	Izq	324715	8911861
C-367	70+633.92	Der	324597	8911773
C-368	70+822.06	Der	324468	8911652
C-369	71+019.97	Der	324327	8911529
C-370	71+213.78	Izq	324197	8911404
C-371	71+392.43	Der	324059	8911338
C-372	71+588.93	Izq	323933	8911207
C-373	71+788.78	Der	323816	8911110
C-374	71+988.77	Izq	323625	8911068
C-375	72+188.33	Der	323461	8910955
C-376	72+383.25	Der	323286	8910876
C-377	72+580.86	Izq	323157	8910730
C-378	72+780.62	Izq	322999	8910617
C-379	72+949.15	Izq	322880	8910516
CA-067	73+070.00	Eje	322822	8910566
C-380	73+194.01	Izq	322832	8910687
C-381	73+296.12	Izq	322838	8910789
C-382	73+494.67	Izq	322848	8910982
C-383	73+694.06	Der	322709	8911121
C-384	73+893.57	Izq	322596	8911282
C-385	74+093.10	Der	322451	8911396
C-386	74+292.1	Der	322400	8911582
C-387	74+491.98	Der	322271	8911675
C-388	74+691.98	Der	322104	8911706
C-389	74+891.97	Izq	321937	8911803
CA-068	75+040.00	Eje	321873	8911925
C-390	75+163.76	Izq	321752	8911929
C-391	75+328.71	Der	321588	8911913
C-392	75+515.08	Der	321405	8911894
C-393	75+711.73	Der	321243	8911794

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte
C-394	75+905.95	Der	321151	8911950
CA-069	76+105.00	Eje	320998	8912058
C-396	76+304.90	Der	320860	8912214
C-397	76+504.81	Der	320765	8912380
C-398	76+704.70	Der	320739	8912575
C-399	76+904.65	Der	320669	8912762
C-400	77+082.75	Der	320600	8912918
C-401	77+270.90	Der	320480	8913050
C-402	77+469.71	Der	320290	8913094
C-403	77+630.71	Der	320247	8913233
C-404	77+821.25	Izq	320142	8913392
C-405	78+018.10	Izq	320031	8913554
C-406	78+216.41	Der	319991	8913746
C-407	78+409.49	Der	319841	8913863
C-408	78+605.97	Izq	319713	8914002
C-409	78+802.92	Izq	319561	8914084
C-410	79+001.95	Der	319432	8914239
C-411	79+175.32	Der	319376	8914356
C-412	79+347.55	Izq	319307	8914494
C-413	79+543.35	Der	319408	8914652
C-414	79+694.04	Der	319283	8914687
C-415	79+870.03	Der	319147	8914762
C-416	80+067.72	Der	319229	8914937
C-417	80+267.45	Der	319306	8915114
C-418	80+467.27	Der	319386	8915296
C-419	80+652.09	Der	319422	8915472
C-420	80+834.79	Der	319413	8915651
C-421	81+028.61	Der	319376	8915816
C-422	81+228.50	Der	319363	8916014
C-423	81+426.14	Der	319399	8916193
C-424	81+582.45	Der	319279	8916271
C-425	81+780.57	Izq	319181	8916433
C-426	81+980.20	Der	319157	8916621
C-427	82+180.10	Izq	319126	8916816
C-428	82+379.90	Der	319002	8916976
C-429	82+579.74	Der	318853	8917112
C-430	82+770.75	Der	318820	8917287
C-431	82+969.36	Der	318759	8917473

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte
C-432	83+169.30	Der	318711	8917667
C-433	83+369.21	Der	318682	8917862
C-434	83+565.22	Der	318547	8918000
C-435	83+765.21	Der	318358	8918052
C-436	83+965.07	Der	318204	8918143
C-437	84+156.89	Der	318184	8918324
C-438	84+356.74	Der	318137	8918512
C-439	84+556.65	Der	317994	8918655
C-440	84+756.55	Der	317934	8918840
C-441	84+956.50	Der	317835	8919014
C-442	85+150.29	Der	317750	8919181
C-443	85+332.55	Der	317677	8919349
C-444	85+529.37	Der	317660	8919547
C-445	85+720.49	Der	317725	8919727
C-446	85+911.64	Der	317836	8919884
C-447	86+110.19	Der	317939	8920055
C-448	86+309.97	Der	318061	8920211
C-449	86+509.83	Izq	318100	8920408
C-450	86+709.66	Der	318242	8920552
C-451	86+909.51	Der	318275	8920746
C-452	87+109.32	Der	318307	8920939
C-453	87+309.02	Der	318374	8921124
C-454	87+508.78	Der	318453	8921307
C-455	87+707.73	Der	318486	8921499
C-456	87+907.31	Der	318473	8921701
C-457	88+107.27	Der	318469	8921901
C-458	88+306.92	Der	318453	8922098
C-459	88+501.90	Der	318411	8922288
C-460	88+693.83	Der	318360	8922472
C-461	88+892.47	Der	318298	8922659
C-462	89+092.32	Der	318284	8922856
C-463	89+292.12	Der	318288	8923054
C-464	89+491.90	Der	318353	8923244
C-465	89+691.84	Der	318391	8923439
C-466	89+885.35	Der	318418	8923628
C-467	90+051.54	Der	318402	8923787
C-468	90+250.20	Der	318300	8923954
CA-070	90+450.00	Eje	318289	8924157

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte
C-470	90+636.75	Der	318216	8924324
C-471	90+760.01	Der	318167	8924438
C-472	90+935.38	Der	318086	8924592
CA-071	91+130.00	Eje	318034	8924777
C-474	91+321.80	Der	317941	8924943
C-475	91+518.66	Der	317837	8925109
C-476	91+716.95	Der	317708	8925259
C-477	91+916.93	Der	317612	8925435
C-478	92+116.73	Der	317392	8925756
C-479	92+316.29	Der	317226	8925866
C-480	92+515.82	Der	317061	8925966
C-481	92+708.66	Der	316899	8926060
C-482	92+897.92	Der	316709	8926107
C-483	93+097.53	Der	316543	8926216
C-484	93+297.35	Der	316349	8926282
C-485	93+497.13	Der	316162	8926353
C-486	93+697.07	Izq	316005	8926478
C-487	93+896.97	Izq	317529	8925615
C-488	94+096.85	Der	315846	8926589
C-489	94+296.73	Der	315654	8926649
C-490	94+496.24	Der	315474	8926732
C-491	94+696.14	Der	315292	8926818
C-492	94+896.05	Der	315108	8926901
C-493	95+096.00	Der	314921	8926970
C-494	95+295.95	Der	314770	8927093
C-495	95+495.94	Der	314591	8927181
C-496	95+695.71	Der	314396	8927220
C-497	95+895.64	Der	314209	8927290
C-498	96+095.57	Der	314023	8927365
C-499	96+295.41	Der	313887	8927510
C-500	96+495.30	Der	313702	8927579
C-501	96+695.23	Der	313590	8927744

Calicata	Progresiva	Lado	Coordenadas	
			Este	Norte
C-502	96+895.22	Der	313423	8927847
C-503	97+095.17	Der	313258	8927944
C-504	97+295.13	Der	313184	8928132
C-505	97+495.05	Der	313098	8928313
C-506	97+694.92	Der	312990	8928474
C-507	97+894.82	Izq	312845	8928612
C-508	98+094.70	Izq	312702	8928756
C-509	98+292.62	Der	312591	8928914
C-510	98+492.01	Izq	312433	8929040
C-511	98+692.00	Der	312273	8929155
C-512	98+890.98	Der	312139	8929298
C-513	99+090.35	Der	312040	8929470
C-514	99+290.10	Der	311937	8929643
C-515	99+490.00	Der	311829	8929806
C-516	99+689.92	Der	311731	8929970
C-517	99+889.24	Izq	311689	8930168
C-518	100+088.84	Der	311636	8930359
C-519	100+288.60	Der	311616	8930556
C-520	100+488.50	Der	311569	8930754
C-521	100+688.47	Der	311509	8930948
C-522	100+888.10	Der	311468	8931139
C-523	101+088.09	Der	311494	8931332
C-524	101+287.95	Der	311534	8931512
C-525	101+487.86	Der	311515	8931715
C-526	101+687.73	Izq	311497	8931918
C-527	101+887.65	Der	311502	8932104
C-528	102+087.53	Der	311439	8932298
C-529	102+287.44	Der	311341	8932464
C-530	102+487.32	Der	311295	8932657
C-531	102+687.28	Der	311273	8932858
CA-072	102+795.00	Eje	311252	8932952

6.2.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo a lo establecido en Manual de Ensayos de Laboratorio (EM-2000). En la siguiente tabla "Ensayos de

Mecánica de Suelos" se presentan los diferentes ensayos a los que fueron sometidas las muestras obtenidas en los trabajos de campo, describiendo el nombre del ensayo, uso, método de clasificación utilizado, tamaño de muestra utilizada y propósito del ensayo.

Tabla 2 Ensayos de Laboratorio a muestras de Suelos de Fundación

Relación de ensayos	Norma ASTM	MTC	Propósito del Ensayo
Contenido de Humedad de un Suelo	D-2216 (98)	MTC E 108 (00)	Determina el Contenido de Humedad del Suelo
Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	D-422 (02)	MTC E 107(00)	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Límite Líquido (MALLA N° 40)	D-4318 (00)	MTC E 110(00)	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico (Límite Líquido)
Límite Plástico (MALLA N° 40)	D-4318 (00)	MTC E 111(00)	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido (Límite Plástico)
Peso Específico Relativo de las Partículas Sólidas de un Suelo	D- 854 (02)	MTC E 113(00)	Determinar la densidad relativa
Determinación del material que pasa el tamiz N° 200	D-1140 (00)	--	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
Clasificación de Suelos para propósitos de Ingeniería (SUCS).	D - 2487 (93)	--	Clasificación del Suelo
Clasificación de Suelos para el uso en Vías de Transporte (AASHTO).	D - 3282 (04)	--	Clasificación del Suelo
Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada , 2700 kN-m/m ³ , 56000pie-lb/ pie ³	D - 1557 (00)	MTC E-115(00)	Determina la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación)
CBR (Relación de Soporte de California) de Suelos Compactados en Laboratorio (no incluye Próctor)	D - 1883 (99)	MTC E-132(00)	Determinar la capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente.

a. Propiedades Físicas:

En cuanto a los ensayos ejecutados, se explican y definen los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Análisis Granulométrico por tamizado (MTC E-107)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N°200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

Límite Líquido (MTC E-110) y Límite Plástico (MTC E-111)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N°200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido, conforme se le va quitando agua, llega un momento en el cual el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido, y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico.

Contenido de Humedad Natural (MTC E-108)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

A continuación se muestra el resumen de los resultados de laboratorio de los ensayos estándares.

Tabla 3 Ensayos de laboratorio estándares de Suelos de Fundación

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASHTO
Km. 52+557	C-276	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 52+557	C-276	M-01	Izquierdo	0.01-2.00	27.6	8.9	CL	A-4 (2)
Km. 52+757	C-277	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 52+757	C-277	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	23.9	1.7	GM	A-2-4 (0)
Km. 52+757	C-277	S/M	Izquierdo	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 52+957	C-278	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 52+957	C-278	M-01	Izquierdo	0.01-0.40	24.3	4	ML-CL	A-4 (2)
Km. 52+957	C-278	S/M	Izquierdo	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 53+357	C-279	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 53+357	C-279	M-01	Izquierdo	0.01-1.00	36.5	6.9	GM	A-2-4 (0)
Km. 53+357	C-279	S/M	Izquierdo	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 53+158	C-279A	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 53+158	C-279A	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	17.5	5.6	ML-CL	A-4 (0)
Km. 53+557	C-280	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 53+557	C-280	M-01	Izquierdo	0.01-0.60	29.1	6.7	GM	A-2-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 53+557	C-280	S/M	Izquierdo	>0.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 53+757	C-281	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 53+757	C-281	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	28.1	5	GM	A-2-4 (0)
Km. 53+757	C-281	S/M	Izquierdo	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 53+957	C-282	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 53+957	C-282	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	18	4.5	ML-CL	A-4 (0)
Km. 54+157	C-283	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 54+157	C-283	M-01	Izquierdo	0.01-0.80	25.3	4	SM-SC	A-2-4 (0)
Km. 54+157	C-283	S/M	Izquierdo	>0.80	--	--	ROCA	ROCA
Km. 54+357	C-284	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 54+357	C-284	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	23	3.9	ML	A-4 (2)
Km. 54+357	C-284	S/M	Izquierdo	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 54+557	C-285	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 54+557	C-285	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	25.8	6.8	GM-GC	A-2-4 (0)
Km. 54+557	C-285	S/M	Izquierdo	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 54+757	C-286	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 54+757	C-286	M-01	Izquierdo	0.01-0.30	24.4	7.3	GC	A-2-4 (0)
Km. 54+757	C-286	S/M	Izquierdo	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 54+957	C-287	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 54+957	C-287	M-01	Izquierdo	0.01-0.40	26.8	8.7	GC	A-2-4 (0)
Km. 54+957	C-287	S/M	Izquierdo	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 55+157	C-288	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 55+157	C-288	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	39.5	11	ML	A-6 (8)
Km. 55+357	C-289	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 55+357	C-289	M-01	Derecho	0.01-0.30	27	6	ML-CL	A-4 (2)
Km. 55+357	C-289	M-02	Derecho	0.30-1.50	25.5	7.6	CL	A-4 (3)
Km. 55+557	C-290	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 55+557	C-290	M-01	Derecho	0.01-1.60	25.6	5.8	ML-CL	A-4 (2)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 55+757	C-291	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 55+757	C-291	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	27.8	7.8	CL	A-4 (2)
Km. 55+757	C-291	S/M	Izquierdo	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 55+957	C-292	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 55+957	C-292	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	28.3	6.3	GM-GC	A-2-4 (0)
Km. 55+957	C-292	S/M	Izquierdo	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 56+157	C-293	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 56+157	C-293	M-01	Derecho	0.01-1.20	29.1	5.8	SM	A-4 (0)
Km. 56+157	C-293	S/M	Derecho	>1.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 56+357	C-294	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 56+357	C-294	M-01	Derecho	0.01-1.80	28.9	7.8	CL	A-4 (2)
Km. 56+557	C-295	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 56+557	C-295	M-01	Derecho	0.01-1.90	28.3	5.5	ML	A-4 (3)
Km. 56+757	C-296	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 56+757	C-296	M-01	Derecho	0.01-0.30	27.2	5.5	GP-GC	A-1-a (0)
Km. 56+757	C-296	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 56+957	C-297	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 56+957	C-297	M-01	Derecho	0.01-0.70	23.2	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 56+957	C-297	S/M	Derecho	>0.70	--	--	ROCA	ROCA
Km. 57+157	C-298	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 57+157	C-298	M-01	Derecho	0.01-1.50	36.2	8.3	GM	A-2-4 (0)
Km. 57+157	C-298	S/M	Derecho	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 57+357	C-299	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 57+357	C-299	M-01	Derecho	0.01-0.20	24.8	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 57+357	C-299	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 57+557	C-300	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 57+557	C-300	M-01	Derecho	0.01-0.20	25.3	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 57+557	C-300	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 57+757	C-301	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 57+757	C-301	M-01	Derecho	0.01-0.30	25.2	5.7	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 57+757	C-301	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 57+957	C-302	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 57+957	C-302	M-01	Derecho	0.01-0.40	31.5	5.8	GP-GM	A-1-a (0)
Km. 57+957	C-302	S/M	Derecho	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 58+157	C-303	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 58+157	C-303	M-01	Derecho	0.01-0.20	25.9	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 58+157	C-303	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 58+357	C-304	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 58+357	C-304	M-01	Derecho	0.01-1.80	25.2	7.9	CL	A-4 (2)
Km. 58+557	C-305	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 58+557	C-305	M-01	Derecho	0.01-1.60	54.6	15.3	SM	A-7-5 (4)
Km. 58+757	C-306	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 58+757	C-306	M-01	Derecho	0.01-1.70	29.5	6.3	GM	A-2-4 (0)
Km. 58+957	C-307	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 58+957	C-307	M-01	Derecho	0.01-0.20	19.6	NP	GP-GM	A-1-a (0)
Km. 58+957	C-307	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 59+157	C-308	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 59+157	C-308	M-01	Derecho	0.01-1.50	33.5	11.2	SC	A-6 (2)
Km. 59+357	C-309	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 59+357	C-309	M-01	Derecho	0.01-0.20	29.1	11.2	GC	A-6 (2)
Km. 59+357	C-309	M-02	Derecho	0.20-2.40	21.3	NP	SM	A-4 (0)
Km. 59+557	C-310	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 59+557	C-310	M-01	Derecho	0.01-1.60	32.1	11.3	CL	A-6 (5)
Km. 59+757	C-311	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 59+757	C-311	M-01	Derecho	0.01-0.20	36.2	6.6	SM	A-4 (1)
Km. 59+757	C-311	M-02	Derecho	0.20-1.60	32.8	4.3	SM	A-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 59+957	C-312	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 59+957	C-312	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.1	3.1	SM	A-2-4 (0)
Km. 60+157	C-313	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 60+157	C-313	M-01	Derecho	0.01-1.80	32.3	1.1	SM	A-4 (0)
Km. 60+357	C-314	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 60+357	C-314	M-01	Derecho	0.01-0.30	26.7	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 60+357	C-314	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 60+557	C-315	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 60+557	C-315	M-01	Derecho	0.01-0.50	33.9	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 60+557	C-315	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 60+757	C-316	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 60+757	C-316	M-01	Derecho	0.01-0.30	23.1	NP	SM	A-4 (0)
Km. 60+757	C-316	M-02	Derecho	0.30-1.70	28.9	6.5	SM-SC	A-4 (0)
Km. 60+957	C-317	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 60+957	C-317	M-01	Derecho	0.01-0.30	20.4	NP	SM	A-4 (0)
Km. 60+957	C-317	M-02	Derecho	0.30-1.60	23.5	NP	ML	A-4 (0)
Km. 61+157	C-318	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 61+157	C-318	M-01	Derecho	0.01-0.30	38.6	5	GM	A-4 (0)
Km. 61+157	C-318	M-02	Derecho	0.30-1.70	29.5	7.1	GC	A-2-4 (0)
Km. 61+357	C-319	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 61+357	C-319	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	28.1	11.2	GC	A-2-6 (0)
Km. 61+557	C-320	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 61+557	C-320	M-01	Derecho	0.01-1.50	34.8	9.3	ML	A-4 (4)
Km. 61+757	C-321	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 61+757	C-321	M-01	Derecho	0.01-1.50	24.9	0.1	SM	A-4 (0)
Km. 61+957	C-322	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 61+957	C-322	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	22.1	NP	SM	A-4 (0)
Km. 62+157	C-324	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 62+157	C-324	M-01	Derecho	0.01-2.00	39.5	9.7	GM	A-2-4 (0)
Km. 62+357	C-325	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 62+357	C-325	M-01	Derecho	0.01-2.10	21.2	NP	SM	A-4 (0)
Km. 62+557	C-326	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 62+557	C-326	M-01	Derecho	0.01-2.10	30.7	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 62+757	C-327	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 62+757	C-327	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	6.4	GM	A-2-4 (0)
Km. 62+957	C-328	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 62+957	C-328	M-01	Derecho	0.01-0.30	17.2	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 62+957	C-328	M-02	Derecho	0.30-1.60	19.8	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 63+157	C-329	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 63+157	C-329	M-01	Derecho	0.01-0.30	26.3	5.8	SM-SC	A-4 (0)
Km. 63+157	C-329	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 63+357	C-330	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 63+357	C-330	M-01	Derecho	0.01-2.00	31.6	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 63+557	C-331	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 63+557	C-331	M-01	Derecho	0.01-0.20	31.7	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 63+557	C-331	M-02	Derecho	0.20-2.10	27.9	5.4	SM	A-4 (0)
Km. 63+757	C-332	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 63+757	C-332	M-01	Derecho	0.01-2.30	34.9	11.4	CL	A-6 (5)
Km. 63+957	C-333	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 63+957	C-333	M-01	Izquierdo	0.01-2.00	28.4	1.4	ML	A-4 (0)
Km. 64+157	C-334	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 64+157	C-334	M-01	Derecho	0.01-1.60	51.7	18.9	SM	A-7-5 (5)
Km. 64+357	C-335	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 64+357	C-335	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	32.1	1.7	GM	A-2-4 (0)
Km. 64+357	C-335	M-02	Izquierdo	0.20-1.80	29.2	4.4	ML	A-4 (1)
Km. 64+557	C-336	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 64+557	C-336	M-01	Derecho	0.01-0.40	38.6	10.5	ML	A-6 (4)
Km. 64+557	C-336	M-02	Derecho	0.40-2.00	20.3	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 64+757	C-337	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 64+757	C-337	M-01	Derecho	0.01-2.20	34.6	9.5	ML	A-4 (3)
Km. 64+957	C-338	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 64+957	C-338	M-01	Derecho	0.01-0.30	24.8	NP	GP-GM	A-1-a (0)
Km. 64+957	C-338	M-02	Derecho	0.30-1.50	39.4	8.7	GM	A-2-4 (0)
Km. 65+157	C-339	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 65+157	C-339	M-01	Derecho	0.01-1.50	23.9	2.1	GM	A-2-4 (0)
Km. 65+357	C-340	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 65+357	C-340	M-01	Izquierdo	0.01-1.10	39.4	8.1	SM	A-4 (1)
Km. 65+357	C-340	S/M	Izquierdo	>1.10	--	--	ROCA	ROCA
Km. 65+557	C-341	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 65+557	C-341	M-01	Derecho	0.01-1.50	26.2	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 65+757	C-342	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 65+757	C-342	M-01	Derecho	0.01-0.20	19.2	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 65+757	C-342	M-02	Derecho	0.20-2.00	20.2	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 65+957	C-343	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 65+957	C-343	M-01	Derecho	0.01-0.30	25.8	NP	SM	A-1-a (0)
Km. 65+957	C-343	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 66+157	C-344	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 66+157	C-344	M-01	Derecho	0.01-1.50	28.9	8.1	GW-GC	A-2-4 (0)
Km. 66+157	C-344	S/M	Derecho	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 66+357	C-345	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 66+357	C-345	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.7	3.3	GM	A-1-b (0)
Km. 66+357	C-345	S/M	Derecho	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 66+557	C-346	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 66+557	C-346	M-01	Derecho	0.01-0.50	23.3	NP	GM	A-1-a (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 66+557	C-346	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 66+757	C-347	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 66+757	C-347	M-01	Derecho	0.01-0.30	27.1	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 66+757	C-347	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 66+957	C-348	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 66+957	C-348	M-01	Derecho	0.01-1.50	44.7	13.8	GM	A-2-7 (1)
Km. 67+157	C-349	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 67+157	C-349	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	29.1	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 67+357	C-350	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 67+357	C-350	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.8	NP	SM	A-4 (0)
Km. 67+557	C-351	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 67+557	C-351	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	28.4	4.1	GM	A-2-4 (0)
Km. 67+757	C-352	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 67+757	C-352	M-01	Izquierdo	0.01-1.55	29.9	8.3	SC	A-4 (1)
Km. 67+957	C-353	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 67+957	C-353	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	27.5	NP	SM	A-4 (0)
Km. 67+957	C-353	S/M	Izquierdo	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 68+157	C-354	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 68+157	C-354	M-01	Derecho	0.01-1.90	51.9	23.3	SC	A-7-6 (6)
Km. 68+357	C-355	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 68+357	C-355	M-01	Derecho	0.01-1.65	42.3	8.2	SM	A-2-5 (0)
Km. 68+557	C-356	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.7	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 68+757	C-357	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 68+757	C-357	M-01	Izquierdo	0.01-1.70	44.9	14	GM	A-2-7 (1)
Km. 68+957	C-358	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 68+957	C-358	M-01	Derecho	0.01-0.20	17	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 68+957	C-358	M-02	Derecho	0.20-1.80	42.9	7.2	GM	A-2-5 (0)
Km. 69+157	C-359	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 69+157	C-359	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	3.4	GM	A-1-b (0)
Km. 69+157	C-359	S/M	Derecho	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 69+357	C-360	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 69+357	C-360	M-01	Derecho	0.01-1.00	23.6	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 69+357	C-360	S/M	Derecho	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 69+557	C-361	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 69+557	C-361	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 69+557	C-361	S/M	Derecho	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 69+757	C-362	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 69+757	C-362	M-01	Izquierdo	0.01-1.70	16.7	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 69+957	C-363	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 69+957	C-363	M-01	Derecho	0.01-1.60	44.2	13.2	GM	A-2-7 (0)
Km. 69+957	C-363	S/M	Derecho	>1.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 70+157	C-364	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 70+157	C-364	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 70+157	C-364	S/M	Derecho	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 70+357	C-365	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 70+357	C-365	M-01	Derecho	0.01-0.20	24.2	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 70+357	C-365	M-02	Derecho	0.20-1.90	28.7	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 70+557	C-366	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 70+557	C-366	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.2	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 70+757	C-367	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 70+757	C-367	M-01	Derecho	0.01-1.60	43.2	11.5	GM	A-2-7 (0)
Km. 70+757	C-367	S/M	Derecho	>1.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 70+957	C-368	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 70+957	C-368	M-01	Derecho	0.01-1.30	28.1	NP	SM	A-4 (0)
Km. 70+957	C-368	S/M	Derecho	>1.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 71+157	C-369	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 71+157	C-369	M-01	Derecho	0.01-1.60	28.3	NP	GW	A-1-a (0)
Km. 71+357	C-370	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 71+357	C-370	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	41.2	7.1	SM	A-2-5 (0)
Km. 71+557	C-371	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 71+557	C-371	M-01	Derecho	0.01-0.50	25.9	5.7	GP-GC	A-1-a (0)
Km. 71+557	C-371	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 71+757	C-372	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 71+757	C-372	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	46.9	14.4	GM	A-2-7 (1)
Km. 71+957	C-373	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 71+957	C-373	M-01	Derecho	0.01-0.10	22.3	NP	SW-SM	A-1-a (0)
Km. 71+957	C-373	S/M	Derecho	>0.10	--	--	ROCA	ROCA
Km. 72+157	C-374	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 72+157	C-374	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	33.4	5.3	SM	A-2-4 (0)
Km. 72+357	C-375	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 72+357	C-375	M-01	Derecho	0.01-0.50	24	NP	SM	A-4 (0)
Km. 72+357	C-375	M-02	Derecho	0.50-1.75	37.9	14.5	GC	A-2-6 (0)
Km. 72+557	C-376	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 72+557	C-376	M-01	Derecho	0.01-1.80	40.1	12.6	GM	A-2-7 (0)
Km. 72+757	C-377	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 72+757	C-377	M-01	Izquierdo	0.01-1.10	25.3	1.7	GM	A-1-b (0)
Km. 72+757	C-377	S/M	Izquierdo	>1.10	--	--	ROCA	ROCA
Km. 72+957	C-378	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 72+957	C-378	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.6	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 73+157	C-379	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 73+157	C-379	M-01	Izquierdo	0.01-1.40	20.2	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 73+157	C-379	S/M	Izquierdo	>1.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 73+357	C-380	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 73+357	C-380	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.2	NP	GM	A-1-b (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 73+557	C-381	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 73+557	C-381	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	24.8	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 73+757	C-382	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 73+757	C-382	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	24.2	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 73+757	C-382	M-02	Izquierdo	0.20-1.70	21.3	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 73+957	C-383	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 73+957	C-383	M-01	Derecho	0.01-0.20	24.5	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 73+957	C-383	M-02	Derecho	0.20-1.55	22.6	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 74+157	C-384	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 74+157	C-384	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	42.6	13	SM	A-2-7 (0)
Km. 74+357	C-385	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 74+357	C-385	M-01	Derecho	0.01-1.70	16.4	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 74+557	C-386	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 74+557	C-386	M-01	Derecho	0.01-1.80	15.1	NP	GP-GM	A-1-b (0)
Km. 74+757	C-387	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 74+757	C-387	M-01	Derecho	0.01-2.50	64	25.1	MH	A-7-5 (17)
Km. 74+957	C-388	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 74+957	C-388	M-01	Derecho	0.01-0.60	16.6	NP	GP-GM	A-1-a (0)
Km. 74+957	C-388	S/M	Derecho	>0.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 75+157	C-389	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 75+157	C-389	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	44.1	12.4	GM	A-2-7 (0)
Km. 75+357	C-390	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 75+357	C-390	M-01	Izquierdo	0.01-1.65	21.5	NP	GM	A-4 (0)
Km. 75+557	C-391	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 75+557	C-391	M-01	Derecho	0.01-2.00	32	NP	ML	A-4 (0)
Km. 75+757	C-392	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 75+757	C-392	M-01	Derecho	0.01-0.20	21.6	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 75+757	C-392	M-02	Derecho	0.20-2.40	35.7	4.5	SM	A-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 75+957	C-393	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 75+957	C-393	M-01	Derecho	0.01-0.20	23.5	NP	SM	A-4 (0)
Km. 75+957	C-393	M-02	Derecho	0.20-2.10	32.1	7.4	SM	A-2-4 (0)
Km. 76+157	C-394	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 76+157	C-394	M-01	Derecho	0.01-1.70	42.5	13.3	GM	A-2-7 (0)
Km. 76+357	C-395	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 76+357	C-395	M-01	Derecho	0.01-1.80	26.1	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 76+557	C-396	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 76+557	C-396	M-01	Derecho	0.01-1.90	20	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 76+557	C-396	M-02	Derecho	1.90-2.10	33.2	8.3	ML	A-4 (2)
Km. 76+757	C-397	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 76+757	C-397	M-01	Derecho	0.01-1.50	25	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 76+957	C-398	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 76+957	C-398	M-01	Derecho	0.01-0.50	31.8	7.4	SM	A-2-4 (0)
Km. 76+957	C-398	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 77+157	C-399	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 77+157	C-399	M-01	Derecho	0.00-1.60	21	NP	SM	A-4 (0)
Km. 77+157	C-399	S/M	Derecho	>1.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 77+357	C-400	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 77+357	C-400	M-01	Derecho	0.01-1.85	22.6	NP	GM	A-4 (0)
Km. 77+557	C-401	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 77+557	C-401	M-01	Derecho	0.01-0.30	21.2	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 77+557	C-401	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 77+757	C-402	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 77+757	C-402	M-01	Derecho	0.01-1.00	24.4	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 77+757	C-402	S/M	Derecho	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 77+957	C-403	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 77+957	C-403	M-01	Derecho	0.01-1.65	24.4	2.9	SM	A-2-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 78+ 157	C-404	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 78+157	C-404	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.8	NP	GM	A-4 (0)
Km. 78+357	C-405	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 78+357	C-405	M-01	Izquierdo	0.01-1.90	25.3	NP	SM	A-4 (0)
Km. 78+557	C-406	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 78+557	C-406	M-01	Derecho	0.01-1.40	22.1	NP	GW-GM	A-1-a (0)
Km. 78+557	C-406	S/M	Derecho	>1.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 78+757	C-407	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 78+757	C-407	M-01	Derecho	0.01-1.20	44.8	12.6	SM	A-2-7 (0)
Km. 78+757	C-407	S/M	Derecho	>1.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 78+957	C-408	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 78+957	C-408	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	47.9	15.7	GM	A-7-5 (2)
Km. 79+ 157	C-409	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 79+157	C-409	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	58	20.1	MH	A-7-5 (10)
Km. 79+357	C-410	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 79+357	C-410	M-01	Derecho	0.01-0.90	42.9	11.2	GM	A-2-7 (0)
Km. 79+357	C-410	S/M	Derecho	>0.90	--	--	ROCA	ROCA
Km. 79+557	C-411	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 79+557	C-411	M-01	Derecho	0.01-0.90	23.1	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 79+557	C-411	S/M	Derecho	>0.90	--	--	ROCA	ROCA
Km. 79+757	C-412	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 79+757	C-412	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	24.6	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 79+957	C-413	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 79+957	C-413	M-01	Derecho	0.01-0.40	27.2	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 79+957	C-413	S/M	Derecho	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 80+ 157	C-414	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 80+157	C-414	M-01	Derecho	0.01-0.20	52.9	19	GM	A-7-5 (5)
Km. 80+157	C-414	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASHTO
Km. 80+357	C-415	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 80+357	C-415	M-01	Derecho	0.01-0.40	16.9	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 80+357	C-415	S/M	Derecho	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 80+557	C-416	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 80+557	C-416	M-01	Derecho	0.01-1.50	32.5	6.2	GM	A-2-4 (0)
Km. 80+557	C-416	S/M	Derecho	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 80+757	C-417	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 80+757	C-417	M-01	Derecho	0.01-0.20	27.5	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 80+757	C-417	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 80+957	C-418	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 80+957	C-418	M-01	Derecho	0.01-0.30	29.5	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 80+957	C-418	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 81+157	C-419	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 81+157	C-419	M-01	Derecho	0.01-1.50	37.8	6.9	SM	A-2-4 (0)
Km. 81+357	C-420	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 81+357	C-420	M-01	Derecho	0.01-0.30	21.3	NP	SM	A-4 (0)
Km. 81+357	C-420	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 81+557	C-421	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 81+557	C-421	M-01	Derecho	0.01-1.50	25.8	5.7	SM	A-4 (0)
Km. 81+557	C-421	S/M	Derecho	>1.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 81+757	C-422	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 81+757	C-422	M-01	Derecho	0.01-1.50	27.1	NP	SM	A-4 (0)
Km. 81+957	C-423	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 81+957	C-423	M-01	Derecho	0.01-1.50	36.2	9.8	GM	A-2-4 (0)
Km. 82+157	C-424	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 82+157	C-424	M-01	Derecho	0.01-1.80	35.9	10.3	SP-SM	A-2-6 (0)
Km. 82+357	C-425	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 82+357	C-425	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.1	NP	SM	A-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 82+557	C-426	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 82+557	C-426	M-01	Derecho	0.01-0.50	31.8	7.7	SM	A-4 (0)
Km. 82+557	C-426	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 82+757	C-427	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 82+757	C-427	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	42.9	13.4	GM	A-2-7 (0)
Km. 82+957	C-428	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 82+957	C-428	M-01	Derecho	0.01-0.15	16.9	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 82+957	C-428	S/M	Derecho	>0.15	--	--	ROCA	ROCA
Km. 83+157	C-429	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 83+157	C-429	M-01	Derecho	0.01-0.20	20.4	NP	SM	A-4 (0)
Km. 83+157	C-429	M-02	Derecho	0.20-1.70	35.6	11.5	SM	A-4 (1)
Km. 83+357	C-430	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 83+357	C-430	M-01	Derecho	0.01-1.50	43.2	15.7	SM	A-7-6 (5)
Km. 83+557	C-431	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 83+557	C-431	M-01	Derecho	0.01-1.50	33.3	7	SM	A-4 (1)
Km. 83+757	C-432	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 83+757	C-432	M-01	Derecho	0.01-1.50	45.1	13.9	GM	A-2-7 (0)
Km. 83+957	C-433	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 83+957	C-433	M-01	Derecho	0.01-0.60	52.7	18.8	SM	A-7-5 (6)
Km. 83+957	C-433	S/M	Derecho	>0.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 84+157	C-434	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 84+157	C-434	M-01	Derecho	0.01-2.00	29.4	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 84+357	C-435	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 84+357	C-435	M-01	Derecho	0.01-0.50	17.1	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 84+357	C-435	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 84+557	C-436	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 84+557	C-436	M-01	Derecho	0.01-0.20	20.8	NP	SM	A-4 (0)
Km. 84+557	C-436	M-02	Derecho	0.20-2.00	21.8	NP	GM	A-1-a (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 84+757	C-437	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 84+757	C-437	M-01	Derecho	0.01-0.30	20.4	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 84+757	C-437	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 84+957	C-438	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 84+957	C-438	M-01	Derecho	0.01-0.20	23.9	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 84+957	C-438	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 85+ 157	C-439	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 85+157	C-439	M-01	Derecho	0.01-1.20	32.2	7.9	SM	A-2-4 (0)
Km. 85+ 157	C-439	S/M	Derecho	>1.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 85+357	C-440	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 85+357	C-440	M-01	Derecho	0.01-0.40	64.5	27.7	MH	A-7-5 (20)
Km. 85+357	C-440	M-02	Derecho	0.40-1.60	39.5	14.8	CL	A-6 (12)
Km. 85+557	C-441	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 85+557	C-441	M-01	Derecho	0.01-0.20	29.5	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 85+557	C-441	S/M	Derecho	>0.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 85+757	C-442	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 85+757	C-442	M-01	Derecho	0.01-0.30	46.3	13.4	GM	A-2-7 (1)
Km. 85+757	C-442	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 85+957	C-443	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 85+957	C-443	M-01	Derecho	0.01-1.50	45.9	14.7	GM	A-2-7 (1)
Km. 86+ 157	C-444	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 86+157	C-444	M-01	Derecho	0.01-1.60	53.9	17.4	GM	A-7-5 (6)
Km. 86+357	C-445	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 86+357	C-445	M-01	Derecho	0.01-0.80	28.8	NP	GM	A-4 (0)
Km. 86+357	C-445	S/M	Derecho	>0.80	--	--	ROCA	ROCA
Km. 86+557	C-446	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 86+557	C-446	M-01	Derecho	0.01-1.50	30.7	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 86+757	C-447	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 86+757	C-447	M-01	Derecho	0.01-1.70	23.8	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 86+957	C-448	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 86+957	C-448	M-01	Derecho	0.01-0.20	47.2	14.9	GM	A-7-5 (2)
Km. 86+957	C-448	M-02	Derecho	0.20-0.90	39.4	12	GM	A-2-6 (0)
Km. 86+957	C-448	S/M	Derecho	>0.90	--	--	ROCA	ROCA
Km. 87+157	C-449	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 87+157	C-449	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	44.2	12.1	SM	A-7-5 (1)
Km. 87+357	C-450	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 87+357	C-450	M-01	Derecho	0.01-1.60	48.3	19.4	SM	A-2-7 (2)
Km. 87+557	C-451	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 87+557	C-451	M-01	Derecho	0.01-1.50	41.2	16.9	GC	A-7-6 (2)
Km. 87+757	C-452	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 87+757	C-452	M-01	Derecho	0.01-0.50	23.3	NP	GM	A-4 (0)
Km. 87+757	C-452	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 87+957	C-453	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 87+957	C-453	M-01	Derecho	0.01-0.30	47.1	13.5	SM	A-7-5 (1)
Km. 87+957	C-453	S/M	Derecho	>0.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 88+157	C-454	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 88+157	C-454	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.7	NP	GM	A-4 (0)
Km. 88+357	C-455	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 88+357	C-455	M-01	Derecho	0.01-0.30	45.3	11.4	GM	A-2-7 (0)
Km. 88+357	C-455	M-02	Derecho	0.30-1.80	43.6	14.9	GM	A-2-7 (1)
Km. 88+557	C-456	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 88+557	C-456	M-01	Derecho	0.01-1.50	38.2	11.3	GM	A-6 (1)
Km. 88+757	C-457	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 88+757	C-457	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 88+757	C-457	M-02	Derecho	1.00-1.80	38.9	12.7	SM	A-2-6 (0)
Km. 88+957	C-458	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 88+957	C-458	M-01	Derecho	0.01-0.50	46.2	16.1	SM	A-2-7 (1)
Km. 88+957	C-458	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 89+ 157	C-459	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 89+ 157	C-459	M-01	Derecho	0.01-0.50	19.5	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 89+ 157	C-459	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 89+357	C-460	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 89+357	C-460	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.7	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 89+557	C-461	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 89+557	C-461	M-01	Derecho	0.01-1.60	17.8	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 89+757	C-462	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 89+757	C-462	M-01	Derecho	0.01-1.60	37.9	11.7	GM	A-2-6 (0)
Km. 89+957	C-463	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 89+957	C-463	M-01	Derecho	0.01-1.60	49.3	16.7	SM	A-7-5 (3)
Km. 90+ 157	C-464	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 90+ 157	C-464	M-01	Derecho	0.01-1.60	22.4	NP	GM	A-4 (0)
Km. 90+357	C-465	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 90+357	C-465	M-01	Derecho	0.01-1.60	25.3	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 90+557	C-466	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 90+557	C-466	M-01	Derecho	0.01-1.60	19.9	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 90+757	C-467	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 90+757	C-467	M-01	Derecho	0.01-1.70	22.7	NP	GM	A-4 (0)
Km. 90+957	C-468	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 90+957	C-468	M-01	Derecho	0.01-0.30	52.1	15.9	SM	A-7-5 (4)
Km. 90+957	C-468	M-02	Derecho	0.30-1.90	37.3	10.4	GM	A-6 (1)
Km. 91+ 157	C-469	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 91+ 157	C-469	M-01	Derecho	0.01-0.50	43.2	12.6	GM	A-2-7 (0)
Km. 91+ 157	C-469	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 91+357	C-470	M-01	Derecho	0.00-1.60	21.6	NP	GM	A-2-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 91+557	C-471	M-01	Derecho	0.00-1.70	22.4	NP	GM	A-1-a (0)
Km. 91+757	C-472	M-01	Derecho	0.00-1.55	24.2	NP	GM	A-4 (0)
Km. 91+957	C-473	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 91+957	C-473	M-01	Derecho	0.01-1.50	22.7	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 92+ 157	C-474	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 92+ 157	C-474	M-01	Derecho	0.01-1.50	22.6	NP	SP-SM	A-1-a (0)
Km. 92+357	C-475	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 92+357	C-475	M-01	Derecho	0.01-1.50	51.2	16.3	SM	A-7-5 (4)
Km. 92+557	C-476	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 92+557	C-476	M-01	Derecho	0.01-1.70	24.6	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 92+757	C-477	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 92+757	C-477	M-01	Derecho	0.01-1.50	46.4	13.5	GM	A-7-5 (1)
Km. 92+957	C-478	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 92+957	C-478	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.3	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 93+ 157	C-479	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 93+ 157	C-479	M-01	Derecho	0.01-0.20	28.8	NP	SM	A-4 (0)
Km. 93+ 157	C-479	M-02	Derecho	0.20-1.50	18.9	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 93+357	C-480	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 93+357	C-480	M-01	Derecho	0.01-0.70	25.5	NP	GM	A-4 (0)
Km. 93+357	C-480	M-02	Derecho	0.70-1.50	23.3	NP	GM	A-4 (0)
Km. 93+557	C-481	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 93+557	C-481	M-01	Derecho	0.01-1.00	20.2	NP	GW-GM	A-1-a (0)
Km. 93+557	C-481	S/M	Derecho	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 93+757	C-482	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 93+757	C-482	M-01	Derecho	0.01-1.50	49.1	15.5	GM	A-7-5 (2)
Km. 93+957	C-483	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 93+957	C-483	M-01	Derecho	0.01-1.50	24.1	NP	GM	A-4 (0)
Km. 94+ 157	C-484	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 94+157	C-484	M-01	Derecho	0.01-1.70	28.5	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 94+357	C-485	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 94+357	C-485	M-01	Derecho	0.01-0.40	50.2	16.6	GM	A-7-5 (3)
Km. 94+357	C-485	M-02	Derecho	0.40-1.80	21	NP	SM	A-4 (0)
Km. 94+557	C-486	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 94+557	C-486	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	37.3	7.2	GM	A-2-4 (0)
Km. 94+757	C-487	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 94+757	C-487	M-01	Izquierdo	0.01-1.65	48.2	18.5	SM	A-7-6 (2)
Km. 94+957	C-488	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 94+957	C-488	M-01	Derecho	0.01-2.00	44.5	8.6	ML	A-5 (5)
Km. 95+157	C-489	M-01	Derecho	0.00-0.80	59.3	22.5	MH	A-7-5 (11)
Km. 95+157	C-489	M-02	Derecho	0.80-2.00	43	8.2	ML	A-5 (3)
Km. 95+357	C-490	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 95+357	C-490	M-01	Derecho	0.01-0.50	26.6	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 95+357	C-490	S/M	Derecho	>0.50	--	--	ROCA	ROCA
Km. 95+557	C-491	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 95+557	C-491	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.7	NP	GP-GM	A-1-a (0)
Km. 95+757	C-492	M-01	Derecho	0.00-1.80	30.5	3.4	GM	A-2-4 (0)
Km. 95+957	C-493	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 95+957	C-493	M-01	Derecho	0.01-1.00	26	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 95+957	C-493	S/M	Derecho	>1.00	--	--	ROCA	ROCA
Km. 96+157	C-494	M-01	Derecho	0.00-0.40	47.9	13.7	SM	A-7-5 (1)
Km. 96+157	C-494	M-02	Derecho	0.40-1.50	40.8	11.7	SM	A-7-6 (3)
Km. 96+357	C-495	M-01	Derecho	0.00-1.60	24.6	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 96+557	C-496	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 96+557	C-496	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 96+757	C-497	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 96+757	C-497	M-01	Derecho	0.01-1.00	48.2	20.3	GM	A-2-7 (2)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 96+757	C-497	M-02	Derecho	1.00-1.80	37.3	12.6	GM	A-6 (1)
Km. 96+957	C-498	M-01	Derecho	0.00-1.30	25.6	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 96+957	C-498	S/M	Derecho	>1.30	--	--	ROCA	ROCA
Km. 97+157	C-499	M-01	Derecho	0.00-1.50	24.1	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 97+357	C-500	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 97+357	C-500	M-01	Derecho	0.01-2.10	24.6	NP	SM	A-4 (0)
Km. 97+557	C-501	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 97+557	C-501	M-01	Derecho	0.01-1.80	30	6.2	SM	A-2-4 (0)
Km. 97+757	C-502	M-01	Derecho	0.00-1.50	20.6	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 97+957	C-503	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 97+957	C-503	M-01	Derecho	0.01-2.10	22.9	NP	ML	A-4 (0)
Km. 98+157	C-504	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 98+157	C-504	M-01	Derecho	0.01-0.40	21.2	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 98+157	C-504	S/M	Derecho	>0.40	--	--	ROCA	ROCA
Km. 98+357	C-505	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 98+357	C-505	M-01	Derecho	0.01-0.70	20.5	NP	ML	A-4 (0)
Km. 98+357	C-505	S/M	Derecho	>0.70	--	--	ROCA	ROCA
Km. 98+557	C-506	M-01	Derecho	0.00-1.20	20.7	NP	GM	A-1-b (0)
Km. 98+557	C-506	S/M	Derecho	>1.20	--	--	ROCA	ROCA
Km. 98+757	C-507	M-01	Izquierdo	0.001.55	20.4	NP	SM	A-2-4 (0)
Km. 98+957	C-508	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 98+957	C-508	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.1	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 99+157	C-509	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 99+157	C-509	M-01	Derecho	0.01-1.70	21.2	NP	ML	A-4 (0)
Km. 99+357	C-510	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 99+357	C-510	M-01	Izquierdo	0.01-1.65	18.6	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 99+557	C-511	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 99+557	C-511	M-01	Derecho	0.01-1.60	32.8	NP	GM	A-2-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 99+757	C-512	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 99+757	C-512	M-01	Derecho	0.01-1.60	40.2	19.5	CL	A-7-6 (9)
Km. 99+957	C-513	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 99+957	C-513	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.9	NP	ML	A-4 (0)
Km. 100+157	C-514	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 100+157	C-514	M-01	Derecho	0.01-1.20	24.8	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 100+157	C-514	S/M	Derecho	>1.20	--	--	BOLONERIA	BOLONERIA
Km. 100+357	C-515	M-01	Derecho	0.00-2.20	23.3	NP	SM	A-4 (0)
Km. 100+557	C-516	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 100+557	C-516	M-01	Derecho	0.01-1.70	27.9	8.2	CL	A-4 (2)
Km. 100+757	C-517	S/M	Izquierdo	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 100+757	C-517	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	52.4	16.2	SM	A-7-5 (4)
Km. 100+957	C-518	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 100+957	C-518	M-01	Derecho	0.01-1.90	49.2	15.6	GM	A-7-5 (2)
Km. 101+157	C-519	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 101+157	C-519	M-01	Derecho	0.01-1.60	20.8	NP	GM	A-4 (0)
Km. 101+357	C-520	M-01	Derecho	0.00-1.80	40.9	11.6	GM	A-2-7 (0)
Km. 101+557	C-521	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 101+557	C-521	M-01	Derecho	0.01-1.60	35.5	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 101+757	C-522	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 101+757	C-522	M-01	Derecho	0.01-0.60	47.5	16.6	GM	A-7-5 (2)
Km. 101+757	C-522	S/M	Derecho	>0.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 101+957	C-523	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 101+957	C-523	M-01	Derecho	0.01-1.60	27	NP	SM	A-4 (0)
Km. 102+157	C-524	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 102+157	C-524	M-01	Derecho	0.01-1.70	43.9	13.8	SM	A-2-7 (1)
Km. 102+357	C-525	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 102+357	C-525	M-01	Derecho	0.01-0.15	18.1	NP	GM	A-2-4 (0)

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N° 40		Clasificación	
					L.L.	I.P.	SUCS	AASTHO
Km. 102+357	C-525	S/M	Derecho	>0.15	--	--	ROCA	ROCA
Km. 102+557	C-526	M-01	Izquierdo	0.00-1.50	28.4	NP	SM	A-1-b (0)
Km. 102+757	C-527	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 102+757	C-527	M-01	Derecho	0.01-1.50	49.1	13.6	GM	A-7-5 (2)
Km. 102+957	C-528	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 102+957	C-528	M-01	Derecho	0.01-0.30	46.2	16.7	GM	A-2-7 (1)
Km. 102+957	C-528	M-02	Derecho	0.30-1.80	40.1	13.3	ML	A-7-6 (14)
Km. 103+157	C-529	S/M	Derecho	0.00-0.01	--	--	DESBROCE	DESBROCE
Km. 103+157	C-529	M-01	Derecho	0.01-0.60	21.9	NP	GM	A-2-4 (0)
Km. 103+157	C-529	S/M	Derecho	>0.60	--	--	ROCA	ROCA
Km. 103+357	C-530	M-01	Derecho	0.00-0.40	49.2	18.5	GM	A-7-5 (2)
Km. 103+357	C-530	M-02	Derecho	0.40-2.00	36.9	13.7	SC	A-6 (2)
Km. 103+557	C-531	M-01	Derecho	0.00-1.60	37.6	7	SM	A-2-4 (0)

b. Propiedades Mecánicas:

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas.

Ensayo de Próctor Modificado (MTC E-115)

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir

de valores bajos, se obtienen más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminúan, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación. El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, al grado de llenar casi los vacíos del suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pisón.

California Bearing Ratio – CBR (MTC E-132)

El Índice de California (CBR) es una medida del valor relativo de soporte de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados En la siguiente tabla se presentan las características mecánicas de los suelos, tales Próctor y CBR, que corresponden a los resultados de laboratorio.

Tabla 4 Ensayos de laboratorio Proctor y CBR

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia Pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Compactación		C.B.R. ASTM D-1883 0.1 "	
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO	M.D.S	O.C.H	95%	100%
Km. 52+557	C-276	M-01	Izquierdo	0.01-2.00	27.6	8.9	15.5	CL	A-4 (2)	1.986	9.5	6.9	13.4
Km. 53+557	C-280	M-01	Izquierdo	0.01-0.60	29.1	6.7	10.9	GM	A-2-4 (0)	2.031	8.3	16.4	25
Km. 54+557	C-285	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	25.8	6.8	10.5	GM-GC	A-2-4 (0)	2.004	8.2	18.1	21.3
Km. 55+557	C-290	M-01	Derecho	0.01-1.60	25.6	5.8	7.9	ML-CL	A-4 (2)	1.821	14.8	3.9	7.9
Km. 56+557	C-295	M-01	Derecho	0.01-1.90	28.3	5.5	18.2	ML	A-4 (3)	1.905	12	4.9	9.1
Km. 57+557	C-300	M-01	Derecho	0.01-0.20	25.3	NP	7.1	GM	A-1-a (0)	2.108	10.9	19	37.1
Km. 58+557	C-305	M-01	Derecho	0.01-1.60	54.6	15.3	23.5	SM	A-7-5 (4)	1.737	16	5.2	12.6
Km. 59+557	C-310	M-01	Derecho	0.01-1.60	32.1	11.3	22.4	CL	A-6 (5)	1.766	14.6	2.6	4.2
Km. 60+557	C-315	M-01	Derecho	0.01-0.50	33.9	NP	3.8	GM	A-1-b (0)	2.012	11.3	10.2	26.6
Km. 61+557	C-320	M-01	Derecho	0.01-1.50	34.8	9.3	17.8	ML	A-4 (4)	1.849	13.6	3.1	5.1
Km. 62+557	C-326	M-01	Derecho	0.01-2.10	30.7	NP	6.9	SM	A-2-4 (0)	1.972	10.3	9.8	18.7
Km. 63+557	C-331	M-02	Derecho	0.20-2.10	27.9	5.4	10.6	SM	A-4 (0)	2.006	11.9	13.9	20.5
Km. 64+557	C-336	M-02	Derecho	0.40-2.00	20.3	NP	8.3	GM	A-1-b (0)	1.997	12.5	15	26
Km. 65+557	C-341	M-01	Derecho	0.01-1.50	26.2	NP	19.8	GM	A-1-a (0)	2.094	6.3	22.2	42
Km. 66+557	C-346	M-01	Derecho	0.01-0.50	23.3	NP	4.1	GM	A-1-a (0)	2.132	8.3	17	35.2
Km. 67+557	C-351	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	28.4	4.1	8.7	GM	A-2-4 (0)	2.034	10.9	14.9	31.1
Km. 68+557	C-356	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.7	NP	9.4	GM	A-1-b (0)	1.933	7.8	18.9	22.4
Km. 69+557	C-361	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	6.9	GM	A-2-4 (0)	1.967	8.2	17.5	26.2
Km. 70+557	C-366	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.2	NP	3.6	GM	A-1-a (0)	2.024	7.7	24.8	33.9
Km. 71+557	C-371	M-01	Derecho	0.01-0.50	25.9	5.7	3.5	GP-GC	A-1-a (0)	2.156	6.6	31.5	48.4
Km. 72+557	C-376	M-01	Derecho	0.01-1.80	40.1	12.6	9.8	GM	A-2-7 (0)	2.102	8	16.9	26.8
Km. 73+557	C-381	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	24.8	NP	6.1	GM	A-1-a (0)	2.211	7.9	16.8	34.3
Km. 74+557	C-386	M-01	Derecho	0.01-1.80	15.1	NP	7.8	GP-GM	A-1-b (0)	2.198	8.2	14.9	28.5
Km. 75+557	C-391	M-01	Derecho	0.01-2.00	32	NP	22.2	ML	A-4 (0)	1.9	17.6	3.9	9.8
Km. 76+557	C-396	M-02	Derecho	1.90-2.10	33.2	8.3	10.9	ML	A-4 (2)	1.892	13.2	4.7	10.2
Km. 77+557	C-401	M-01	Derecho	0.01-0.30	21.2	NP	5.6	GM	A-1-a (0)	2.114	9.5	28.4	40.1
Km. 78+557	C-406	M-01	Derecho	0.01-1.40	22.1	NP	7.5	GW-GM	A-1-a (0)	2.167	6.7	20.1	33.1
Km. 79+557	C-411	M-01	Derecho	0.01-0.90	23.1	NP	9.2	GM	A-1-b (0)	2.129	8.2	18.7	39

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad	Límites de Consistencia Pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Compactación		C.B.R. ASTM D-1883 0.1 "	
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO	M.D.S	O.C.H	95%	100%
Km. 80+557	C-416	M-01	Derecho	0.01-1.50	32.5	6.2	9.8	GM	A-2-4 (0)	1.988	9.4	11.2	23.3
Km. 81+557	C-421	M-01	Derecho	0.01-1.50	25.8	5.7	7.5	SM	A-4 (0)	1.961	12.6	7	19.2
Km. 82+557	C-426	M-01	Derecho	0.01-0.50	31.8	7.7	10.1	SM	A-4 (0)	1.981	14.1	7.2	16.5
Km. 83+557	C-431	M-01	Derecho	0.01-1.50	33.3	7	13.0	SM	A-4 (1)	1.948	15.1	6.7	13.8
Km. 84+557	C-436	M-01	Derecho	0.01-0.20	20.8	NP	9.1	SM	A-4 (0)	1.936	16.7	5.2	12.7
Km. 85+557	C-441	M-01	Derecho	0.01-0.20	29.5	NP	14.1	GM	A-1-b (0)	2.098	7.4	23.7	37.5
Km. 86+557	C-446	M-01	Derecho	0.01-1.50	30.7	NP	14.9	GM	A-1-b (0)	2.031	8	18	40.2
Km. 87+557	C-451	M-01	Derecho	0.01-1.50	41.2	16.9	8.5	GC	A-7-6 (2)	1.908	11.8	8.9	20.4
Km. 88+557	C-456	M-01	Derecho	0.01-1.50	38.2	11.3	7.8	GM	A-6 (1)	2.015	9.9	13.7	31.5
Km. 89+557	C-461	M-01	Derecho	0.01-1.60	17.8	NP	6.9	GM	A-1-b (0)	2.051	9.5	20.1	38
Km. 90+557	C-466	M-01	Derecho	0.01-1.60	19.9	NP	9.4	SM	A-2-4 (0)	2.024	11.6	10.1	26.8
Km. 91+557	C-471	M-01	Derecho	0.00-1.70	22.4	NP	6.1	GM	A-1-a (0)	2.076	10.8	15.7	30.1
Km. 92+557	C-476	M-01	Derecho	0.01-1.70	24.6	NP	10.2	GM	A-1-b (0)	2.205	9.32	20	32.8
Km. 93+557	C-481	M-01	Derecho	0.01-1.00	20.2	NP	5.6	GW-GM	A-1-a (0)	2.152	7.22	24.7	45.1
Km. 94+557	C-486	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	37.3	7.2	4.8	GM	A-2-4 (0)	2.077	9.77	16.7	28
Km. 95+557	C-491	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.7	NP	9.0	GP-GM	A-1-a (0)	2.137	9	17.8	34.3
Km. 96+557	C-496	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	NP	14.5	GM	A-2-4 (0)	2.101	7.8	32.1	46.1
Km. 97+557	C-501	M-01	Derecho	0.01-1.80	30	6.2	9.6	SM	A-2-4 (0)	1.93	12.5	9.5	18
Km. 98+557	C-506	M-01	Derecho	0.00-1.20	20.7	NP	8.7	GM	A-1-b (0)	1.896	9.85	10.4	26.8
Km. 99+557	C-511	M-01	Derecho	0.01-1.60	32.8	NP	15.1	GM	A-2-4 (0)	2.095	11.7	16.1	31.5
Km. 100+557	C-516	M-01	Derecho	0.01-1.70	27.9	8.2	12.6	CL	A-4 (2)	1.932	14.2	5.3	11.8
Km. 101+557	C-521	M-01	Derecho	0.01-1.60	35.5	NP	18.0	GM	A-2-4 (0)	2.067	12.3	15.1	24.4
Km. 102+557	C-526	M-01	Izquierdo	0.00-1.50	28.4	NP	7.6	SM	A-1-b (0)	1.966	10.3	7.3	19.4

6.3 PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA SUBRASANTE

Con la información integrada, tanto de campo como de laboratorio, se han establecido los horizontes de los materiales que se encuentran en la vía proyectada. Cada exploración generó la descripción de campo de los suelos, la que conjuntamente con los resultados de laboratorio permitió definir los tipos de suelos y los estratos, verificándose la homogeneidad de los materiales.

De acuerdo a los análisis de los resultados de laboratorio se tienen las siguientes descripciones:

a) Estrato 1

Se observa el predominio de Gravas limosas (GM) de baja plasticidad, de baja a media humedad y en menor medida la presencia de gravas arcillosas, arenas limosas y arcillosas además de limos y arcillas (GC, GM-GC, GP-GC, GP-GM, GW, GW-GC, GW-GM, SC, SM, SM-SC, SP-SM, SW-SM, CL, MH, ML Y ML-CL).

Figura 53 Tipos de Suelos - Primer estrato

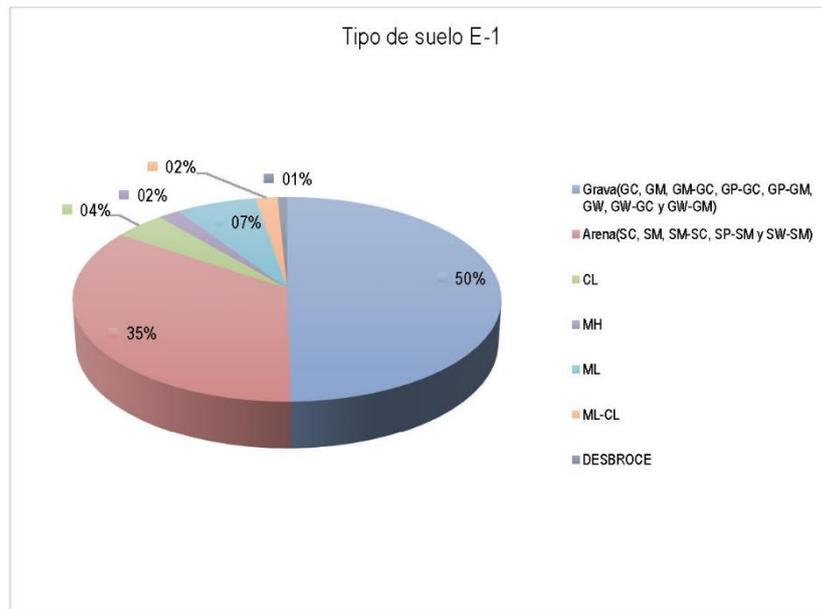
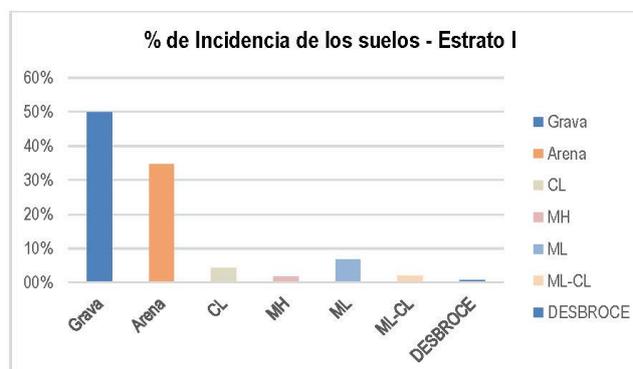


Tabla 5 Porcentaje de tipos de suelos Estrato 1

Tipo de suelo E-1	H (m)	%
CL	12.92	4.32%
GC	3.85	1.29%
GM	133	44.47%
GM-GC	0.97	0.32%
GP-GC	0.78	0.26%
GP-GM	4.84	1.62%
GW	1.59	0.53%
GW-GC	1.49	0.50%
GW-GM	2.38	0.80%
MH	5.27	1.76%
ML	20.27	6.78%
ML-CL	5.55	1.86%
SC	4.92	1.65%
SM	94.39	31.56%
SM-SC	1.08	0.36%
SP-SM	3.28	1.10%
SW-SM	0.09	0.03%
DESBROCE	2.38	0.80%

Figura 54 Porcentaje de tipos de suelos en el primer estrato.



*Grava incluye los tipos de suelos GC, GM, GM-GC, GP-GC, GP-GM, GW, GW-GC y GW-GM.

*Arena incluye los tipos de suelos SC, SM, SM-SC, SP-SM y SW-SM.

b) Estrato 2

En el estrato 2 se observa el predominio de arenas limosas (SM) de plasticidad variable, no plásticas (NP) a plásticas (4.3 a 14.9) y en menor medida gravas limosas arcillosas, arenas arcillosas y arcillas (CL, GC, GM, ML, SC y SM-SC) de gradación variable.

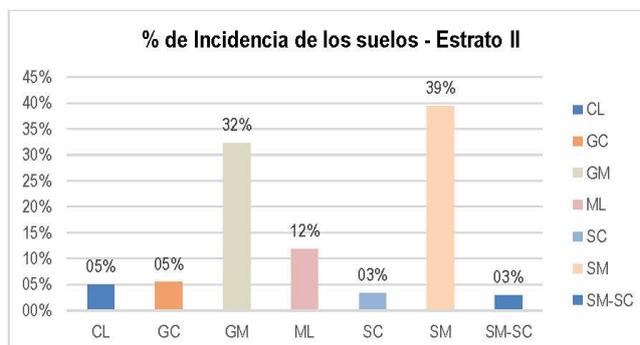
Figura 55 Tipos de Suelos - Segundo Estrato



Tabla 6 Porcentaje de Tipos de suelos en el segundo estrato

Tipo de suelo E-2	H (m)	%
SM	19.2	39.3%
GM	15.75	32.3%
ML	5.8	11.9%
GC	2.65	5.4%
CL	2.4	4.9%
SC	1.6	3.3%
SM-SC	1.4	2.9%

Figura 56 Porcentaje de incidencia de los tipos de suelos en el segundo estrato



6.4 MEJORAMIENTO DE SUELOS

De las prospecciones realizadas en campo a lo largo del eje proyectado se verificó la presencia de capas de materiales inadecuados, de espesor variable como material orgánico, arcillas limosas y en menor grado contaminado, por lo cual con la finalidad de analizar y definir las actividades necesarias para su tratamiento se ha tomado en cuenta criterios y metodologías de mejoramientos de suelos que describe a continuación.

6.4.1 CRITERIOS DE MEJORAMIENTO DE SUELOS

Los sectores de mejoramiento de suelos se han establecido tomando en consideración los siguientes criterios y según las propiedades físicas del suelo:

a) Criterio de Estado del Suelo según el Índice de Consistencia:

Este criterio corresponde a determinar el estado del suelo mediante el valor del índice de consistencia. Este índice puede ser tomado como una medida de la consistencia del suelo, relacionada con la cantidad de agua que es capaz de absorber. Si es negativo el suelo es líquido y en otros casos podrá ser semi-líquido, plástico muy blando o blando, plástico duro y si es mayor que uno, el suelo se encuentra en estado sólido, (**Jiménez Salas, José A., "Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones a la Ingeniería"**).

Ante los tipos de suelos encontrados y aquellos suelos comprometidos por la descomposición biomecánica de algunos carbones fue conveniente evaluarlos por medio de su Índice de Consistencia.

José A. Jiménez Salas en su libro de mecánica de suelos y sus aplicaciones en la Ingeniería realizó un estudio referente a los índices de consistencia determinando unas características del suelo de acuerdo a los rangos establecidos. Se presenta la siguiente escala de consideraciones para el índice de consistencia:

Tabla 7 Estado de suelo según Índice de Consistencia

Índice de Consistencia	Estado de suelo
< 0.00	Líquido
0.00 – 0.25	Semi líquido
0.25 – 0.50	Plástico muy blando
0.50 – 0.75	Plástico blando
0.75 – 1.00	Plástico duro
> 1.00	Sólido

El índice de Consistencia se determina mediante la siguiente fórmula:

$$I_c = (LL - W) / IP$$

Dónde:

LL: Limite Líquido

W: Contenido de Humedad

IP: Índice de Plasticidad

b) Criterio de Compresibilidad del Suelo:

Este criterio es aplicable a suelos blandos, en donde la deformación de suelos cohesivos aún bajo cargas relativamente pequeñas, involucra un problema de fundamental interés, por ser causa de graves deficiencias de comportamiento

El autor Carlos Crespo Villalaz, en su texto Mecánica de Suelos y Cimentaciones, muestra un cuadro en el que determina el grado de Compresibilidad de un suelo en función al Índice de Compresibilidad:

Tabla 8 Grado de Compresibilidad del Suelo

Cc	Compresibilidad
0.00 – 0.19	Baja
0.20 – 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

Además Terzaghi y Peck, demuestran que el índice de compresibilidad de un suelo puede ser expresado en función al límite líquido, la expresión es la siguiente (W. Lambe - R. Whitman, "Mecánica de Suelos").

$$C_c = 0.009 (LL - 10)$$

Dónde:

LL: Límite Líquido

Con esta expresión podemos calcular inmediatamente la compresibilidad de un suelo, considerándose éste como inadecuado (de compresibilidad alta) cuando el índice de compresibilidad (Cc) es mayor o igual a 0.39.

Por tanto, de acuerdo a los dos criterios anteriores mencionados, se presenta en la siguiente tabla los valores obtenidos para el Índice de Compresibilidad y el Índice de Consistencia, en el Tramo en estudio.

Tabla 9 Valores obtenidos del Índice de Compresibilidad y Consistencia

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural %	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 52+557	C-276	M-01	Izquierdo	0.01-2.00	27.6	8.9	15	CL	A-4 (2)	0.16	Baja	1.36	Sólido
Km. 52+757	C-277	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	23.9	1.7	9	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	8.77	Sólido
Km. 52+957	C-278	M-01	Izquierdo	0.01-0.40	24.3	4	12	ML-CL	A-4 (2)	0.13	Baja	3.04	Sólido
Km. 53+357	C-279	M-01	Izquierdo	0.01-1.00	36.5	6.9	10	GM	A-2-4 (0)	0.07	Baja	0.19	Semi líquido
Km. 53+158	C-279A	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	17.5	5.6	16	ML-CL	A-4 (0)	0.24	Media	3.91	Sólido
Km. 53+557	C-280	M-01	Izquierdo	0.01-0.60	29.1	6.7	11	GM	A-2-4 (0)	0.17	Baja	2.72	Sólido
Km. 53+757	C-281	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	28.1	5	12	GM	A-2-4 (0)	0.16	Baja	3.19	Sólido
Km. 53+957	C-282	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	18	4.5	13	ML-CL	A-4 (0)	0.07	Baja	1.20	Sólido
Km. 54+157	C-283	M-01	Izquierdo	0.01-0.80	25.3	4	17	SM-SC	A-2-4 (0)	0.14	Baja	2.03	Sólido
Km. 54+357	C-284	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	23	3.9	12	ML	A-4 (2)	0.12	Baja	2.84	Sólido
Km. 54+557	C-285	M-01	Izquierdo	0.01-0.50	25.8	6.8	10	GM-GC	A-2-4 (0)	0.14	Baja	2.25	Sólido
Km. 54+757	C-286	M-01	Izquierdo	0.01-0.30	24.4	7.3	18	GC	A-2-4 (0)	0.13	Baja	0.89	Plástico duro

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 54+957	C-287	M-01	Izquierdo	0.01-0.40	26.8	8.7	12	GC	A-2-4 (0)	0.15	Baja	1.76	Sólido
Km. 55+157	C-288	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	39.5	11	21	ML	A-6 (8)	0.27	Media	1.65	Sólido
Km. 55+357	C-289	M-01	Derecho	0.01-0.30	27	6	24	ML-CL	A-4 (2)	0.15	Baja	0.57	Plástico blando
Km. 55+357	C-289	M-02	Derecho	0.30-1.50	25.5	7.6	21	CL	A-4 (3)	0.14	Baja	0.57	Plástico blando
Km. 55+557	C-290	M-01	Derecho	0.01-1.60	25.6	5.8	8	ML-CL	A-4 (2)	0.14	Baja	3.06	Sólido
Km. 55+757	C-291	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	27.8	7.8	17	CL	A-4 (2)	0.16	Baja	1.35	Sólido
Km. 55+957	C-292	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	28.3	6.3	10	GM-GC	A-2-4 (0)	0.16	Baja	2.93	Sólido
Km. 56+157	C-293	M-01	Derecho	0.01-1.20	29.1	5.8	15	SM	A-4 (0)	0.17	Baja	2.44	Sólido
Km. 56+357	C-294	M-01	Derecho	0.01-1.80	28.9	7.8	18	CL	A-4 (2)	0.17	Baja	1.42	Sólido
Km. 56+557	C-295	M-01	Derecho	0.01-1.90	28.3	5.5	18	ML	A-4 (3)	0.16	Baja	1.84	Sólido
Km. 56+757	C-296	M-01	Derecho	0.01-0.30	27.2	5.5	10	GP-GC	A-1-a (0)	0.15	Baja	3.19	Sólido
Km. 56+957	C-297	M-01	Derecho	0.01-0.70	23.2	NP	11	GM	A-1-a (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 57+157	C-298	M-01	Derecho	0.01-1.50	36.2	8.3	18	GM	A-2-4 (0)	0.24	Media	2.20	Sólido
Km. 57+357	C-299	M-01	Derecho	0.01-0.20	24.8	NP	7	GM	A-1-b (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 57+557	C-300	M-01	Derecho	0.01-0.20	25.3	NP	7	GM	A-1-a (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 57+757	C-301	M-01	Derecho	0.01-0.30	25.2	5.7	6	GM-GC	A-1-b (0)	0.14	Baja	3.30	Sólido
Km. 57+957	C-302	M-01	Derecho	0.01-0.40	31.5	5.8	13	GP-GM	A-1-a (0)	0.19	Media	3.12	Sólido
Km. 58+157	C-303	M-01	Derecho	0.01-0.20	25.9	NP	9	GM	A-1-a (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 58+357	C-304	M-01	Derecho	0.01-1.80	25.2	7.9	18	CL	A-4 (2)	0.14	Baja	0.90	Plástico duro
Km. 58+557	C-305	M-01	Derecho	0.01-1.60	54.6	15.3	23	SM	A-7-5 (4)	0.40	Alta	0.90	Plástico duro
Km. 58+757	C-306	M-01	Derecho	0.01-1.70	29.5	6.3	7	GM	A-2-4 (0)	0.18	Baja	2.04	Sólido
Km. 58+957	C-307	M-01	Derecho	0.01-0.20	19.6	NP	4	GP-GM	A-1-a (0)	0.09	Baja	3.61	Sólido
Km. 59+157	C-308	M-01	Derecho	0.01-1.50	33.5	11.2	17	SC	A-6 (2)	0.21	Media	NP	Sólido
Km. 59+357	C-309	M-01	Derecho	0.01-0.20	29.1	11.2	14	GC	A-6 (2)	0.17	Baja	1.50	Sólido
Km. 59+357	C-309	M-02	Derecho	0.20-2.40	21.3	NP	12	SM	A-4 (0)	0.10	Baja	1.34	Sólido
Km. 59+557	C-310	M-01	Derecho	0.01-1.60	32.1	11.3	22	CL	A-6 (5)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 59+757	C-311	M-01	Derecho	0.01-0.20	36.2	6.6	13	SM	A-4 (1)	0.24	Media	0.86	Plástico duro
Km. 59+757	C-311	M-02	Derecho	0.20-1.60	32.8	4.3	14	SM	A-4 (0)	0.21	Media	3.56	Sólido
Km. 59+957	C-312	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.1	3.1	14	SM	A-2-4 (0)	0.23	Media	4.30	Sólido
Km. 60+157	C-313	M-01	Derecho	0.01-1.80	32.3	1.1	17	SM	A-4 (0)	0.20	Media	6.72	Sólido
Km. 60+357	C-314	M-01	Derecho	0.01-0.30	26.7	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.15	Baja	13.91	Sólido
Km. 60+557	C-315	M-01	Derecho	0.01-0.50	33.9	NP	4	GM	A-1-b (0)	0.22	Media	NP	Sólido
Km. 60+757	C-316	M-01	Derecho	0.01-0.30	23.1	NP	27	SM	A-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 60+757	C-316	M-02	Derecho	0.30-1.70	28.9	6.5	10	SM-SC	A-4 (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 60+957	C-317	M-01	Derecho	0.01-0.30	20.4	NP	8	SM	A-4 (0)	0.09	Baja	2.92	Sólido
Km. 60+957	C-317	M-02	Derecho	0.30-1.60	23.5	NP	20	ML	A-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 61+157	C-318	M-01	Derecho	0.01-0.30	38.6	5	15	GM	A-4 (0)	0.26	Media	NP	Sólido
Km. 61+157	C-318	M-02	Derecho	0.30-1.70	29.5	7.1	13	GC	A-2-4 (0)	0.18	Baja	4.64	Sólido
Km. 61+357	C-319	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	28.1	11.2	11	GC	A-2-6 (0)	0.16	Baja	2.32	Sólido
Km. 61+557	C-320	M-01	Derecho	0.01-1.50	34.8	9.3	18	ML	A-4 (4)	0.22	Media	1.56	Sólido
Km. 61+757	C-321	M-01	Derecho	0.01-1.50	24.9	0.1	15	SM	A-4 (0)	0.13	Baja	1.83	Sólido
Km. 61+957	C-322	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	22.1	NP	11	SM	A-4 (0)	0.11	Baja	101.20	Sólido
Km. 62+157	C-324	M-01	Derecho	0.01-2.00	39.5	9.7	31	GM	A-2-4 (0)	0.27	Media	NP	Sólido
Km. 62+357	C-325	M-01	Derecho	0.01-2.10	21.2	NP	7	SM	A-4 (0)	0.10	Baja	0.89	Plástico duro
Km. 62+557	C-326	M-01	Derecho	0.01-2.10	30.7	NP	7	SM	A-2-4 (0)	0.19	Baja	NP	Sólido
Km. 62+757	C-327	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	6.4	7	GM	A-2-4 (0)	0.23	Media	NP	Sólido
Km. 62+957	C-328	M-01	Derecho	0.01-0.30	17.2	NP	12	SM	A-1-b (0)	0.06	Baja	4.49	Sólido
Km. 62+957	C-328	M-02	Derecho	0.30-1.60	19.8	NP	16	SM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 63+157	C-329	M-01	Derecho	0.01-0.30	26.3	5.8	10	SM-SC	A-4 (0)	0.15	Baja	NP	Sólido
Km. 63+357	C-330	M-01	Derecho	0.01-2.00	31.6	NP	6	GM	A-1-a (0)	0.19	Media	2.78	Sólido
Km. 63+557	C-331	M-01	Derecho	0.01-0.20	31.7	NP	8	SM	A-1-b (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 63+557	C-331	M-02	Derecho	0.20-2.10	27.9	5.4	11	SM	A-4 (0)	0.16	Baja	NP	Sólido
Km. 63+757	C-332	M-01	Derecho	0.01-2.30	34.9	11.4	13	CL	A-6 (5)	0.22	Media	3.20	Sólido
Km. 63+957	C-333	M-01	Izquierdo	0.01-2.00	28.4	1.4	8	ML	A-4 (0)	0.17	Baja	1.88	Sólido
Km. 64+157	C-334	M-01	Derecho	0.01-1.60	51.7	18.9	18	SM	A-7-5 (5)	0.38	Media	14.89	Sólido
Km. 64+357	C-335	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	32.1	1.7	13	GM	A-2-4 (0)	0.20	Media	1.81	Sólido
Km. 64+357	C-335	M-02	Izquierdo	0.20-1.80	29.2	4.4	27	ML	A-4 (1)	0.17	Baja	11.36	Sólido
Km. 64+557	C-336	M-01	Derecho	0.01-0.40	38.6	10.5	20	ML	A-6 (4)	0.26	Media	0.42	Plástico muy blando
Km. 64+557	C-336	M-02	Derecho	0.40-2.00	20.3	NP	8	GM	A-1-b (0)	0.09	Baja	1.73	Sólido
Km. 64+757	C-337	M-01	Derecho	0.01-2.20	34.6	9.5	13	ML	A-4 (3)	0.22	Media	NP	Sólido
Km. 64+957	C-338	M-01	Derecho	0.01-0.30	24.8	NP	3	GP-GM	A-1-a (0)	0.13	Baja	2.27	Sólido
Km. 64+957	C-338	M-02	Derecho	0.30-1.50	39.4	8.7	4	GM	A-2-4 (0)	0.26	Media	NP	Sólido
Km. 65+157	C-339	M-01	Derecho	0.01-1.50	23.9	2.1	7	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	4.09	Sólido
Km. 65+357	C-340	M-01	Izquierdo	0.01-1.10	39.4	8.1	14	SM	A-4 (1)	0.26	Media	8.14	Sólido
Km. 65+557	C-341	M-01	Derecho	0.01-1.50	26.2	NP	20	GM	A-1-a (0)	0.15	Baja	3.16	Sólido
Km. 65+757	C-342	M-01	Derecho	0.01-0.20	19.2	NP	11	GM	A-2-4 (0)	0.08	Baja	NP	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 65+757	C-342	M-02	Derecho	0.20-2.00	20.2	NP	9	SM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 65+957	C-343	M-01	Derecho	0.01-0.30	25.8	NP	4	SM	A-1-a (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 66+157	C-344	M-01	Derecho	0.01-1.50	28.9	8.1	4	GW-GC	A-2-4 (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 66+357	C-345	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.7	3.3	8	GM	A-1-b (0)	0.23	Media	3.12	Sólido
Km. 66+557	C-346	M-01	Derecho	0.01-0.50	23.3	NP	4	GM	A-1-a (0)	0.12	Baja	8.45	Sólido
Km. 66+757	C-347	M-01	Derecho	0.01-0.30	27.1	NP	7	GM	A-1-b (0)	0.15	Baja	NP	Sólido
Km. 66+957	C-348	M-01	Derecho	0.01-1.50	44.7	13.8	4	GM	A-2-7 (1)	0.31	Media	NP	Sólido
Km. 67+157	C-349	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	29.1	NP	11	SM	A-2-4 (0)	0.17	Baja	2.92	Sólido
Km. 67+357	C-350	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.8	NP	10	SM	A-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 67+557	C-351	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	28.4	4.1	9	GM	A-2-4 (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 67+757	C-352	M-01	Izquierdo	0.01-1.55	29.9	8.3	13	SC	A-4 (1)	0.18	Baja	4.80	Sólido
Km. 67+957	C-353	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	27.5	NP	5	SM	A-4 (0)	0.16	Baja	2.08	Sólido
Km. 68+157	C-354	M-01	Derecho	0.01-1.90	51.9	23.3	15	SC	A-7-6 (6)	0.38	Media	NP	Sólido
Km. 68+357	C-355	M-01	Derecho	0.01-1.65	42.3	8.2	13	SM	A-2-5 (0)	0.29	Media	1.60	Sólido
Km. 68+557	C-356	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.7	NP	9	GM	A-1-b (0)	0.11	Baja	3.59	Sólido
Km. 68+757	C-357	M-01	Izquierdo	0.01-1.70	44.9	14	6	GM	A-2-7 (1)	0.31	Media	NP	Sólido
Km. 68+957	C-358	M-01	Derecho	0.01-0.20	17	NP	17	GM	A-1-b (0)	0.06	Baja	2.76	Sólido
Km. 68+957	C-358	M-02	Derecho	0.20-1.80	42.9	7.2	3	GM	A-2-5 (0)	0.30	Media	NP	Sólido
Km. 69+157	C-359	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	3.4	8	GM	A-1-b (0)	0.23	Media	5.55	Sólido
Km. 69+357	C-360	M-01	Derecho	0.01-1.00	23.6	NP	5	GM	A-1-a (0)	0.12	Baja	8.17	Sólido
Km. 69+557	C-361	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	7	GM	A-2-4 (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 69+757	C-362	M-01	Izquierdo	0.01-1.70	16.7	NP	10	SM	A-1-b (0)	0.06	Baja	NP	Sólido
Km. 69+957	C-363	M-01	Derecho	0.01-1.60	44.2	13.2	8	GM	A-2-7 (0)	0.31	Media	NP	Sólido
Km. 70+157	C-364	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	16	SM	A-2-4 (0)	0.11	Baja	2.74	Sólido
Km. 70+357	C-365	M-01	Derecho	0.01-0.20	24.2	NP	4	SM	A-1-b (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 70+357	C-365	M-02	Derecho	0.20-1.90	28.7	NP	4	SM	A-1-b (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 70+557	C-366	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.2	NP	4	GM	A-1-a (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 70+757	C-367	M-01	Derecho	0.01-1.60	43.2	11.5	4	GM	A-2-7 (0)	0.30	Media	NP	Sólido
Km. 70+957	C-368	M-01	Derecho	0.01-1.30	28.1	NP	9	SM	A-4 (0)	0.16	Baja	3.38	Sólido
Km. 71+157	C-369	M-01	Derecho	0.01-1.60	28.3	NP	10	GW	A-1-a (0)	0.16	Baja	NP	Sólido
Km. 71+357	C-370	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	41.2	7.1	5	SM	A-2-5 (0)	0.28	Media	NP	Sólido
Km. 71+557	C-371	M-01	Derecho	0.01-0.50	25.9	5.7	4	GP-GC	A-1-a (0)	0.14	Baja	5.12	Sólido
Km. 71+757	C-372	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	46.9	14.4	6	GM	A-2-7 (1)	0.33	Media	3.93	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 71+957	C-373	M-01	Derecho	0.01-0.10	22.3	NP	6	SW-SM	A-1-a (0)	0.11	Baja	2.84	Sólido
Km. 72+157	C-374	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	33.4	5.3	10	SM	A-2-4 (0)	0.21	Media	NP	Sólido
Km. 72+357	C-375	M-01	Derecho	0.01-0.50	24	NP	18	SM	A-4 (0)	0.13	Baja	4.39	Sólido
Km. 72+357	C-375	M-02	Derecho	0.50-1.75	37.9	14.5	8	GC	A-2-6 (0)	0.25	Media	NP	Sólido
Km. 72+557	C-376	M-01	Derecho	0.01-1.80	40.1	12.6	10	GM	A-2-7 (0)	0.27	Media	2.09	Sólido
Km. 72+757	C-377	M-01	Izquierdo	0.01-1.10	25.3	1.7	4	GM	A-1-b (0)	0.14	Baja	2.40	Sólido
Km. 72+957	C-378	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	12.25	Sólido
Km. 73+157	C-379	M-01	Izquierdo	0.01-1.40	20.2	NP	8	GM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 73+357	C-380	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.2	NP	12	GM	A-1-b (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 73+557	C-381	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	24.8	NP	6	GM	A-1-a (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 73+757	C-382	M-01	Izquierdo	0.01-0.20	24.2	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 73+757	C-382	M-02	Izquierdo	0.20-1.70	21.3	NP	7	GM	A-2-4 (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 73+957	C-383	M-01	Derecho	0.01-0.20	24.5	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 73+957	C-383	M-02	Derecho	0.20-1.55	22.6	NP	5	GM	A-2-4 (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 74+157	C-384	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	42.6	13	9	SM	A-2-7 (0)	0.29	Media	NP	Sólido
Km. 74+357	C-385	M-01	Derecho	0.01-1.70	16.4	NP	10	SM	A-1-b (0)	0.06	Baja	2.55	Sólido
Km. 74+557	C-386	M-01	Derecho	0.01-1.80	15.1	NP	8	GP-GM	A-1-b (0)	0.05	Baja	NP	Sólido
Km. 74+757	C-387	M-01	Derecho	0.01-2.50	64	25.1	15	MH	A-7-5 (17)	0.49	Alta	NP	Sólido
Km. 74+957	C-388	M-01	Derecho	0.01-0.60	16.6	NP	5	GP-GM	A-1-a (0)	0.06	Baja	1.95	Sólido
Km. 75+157	C-389	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	44.1	12.4	2	GM	A-2-7 (0)	0.31	Media	NP	Sólido
Km. 75+357	C-390	M-01	Izquierdo	0.01-1.65	21.5	NP	6	GM	A-4 (0)	0.10	Baja	3.38	Sólido
Km. 75+557	C-391	M-01	Derecho	0.01-2.00	32	NP	22	ML	A-4 (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 75+757	C-392	M-01	Derecho	0.01-0.20	21.6	NP	8	SM	A-2-4 (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 75+757	C-392	M-02	Derecho	0.20-2.40	35.7	4.5	16	SM	A-4 (0)	0.23	Media	NP	Sólido
Km. 75+957	C-393	M-01	Derecho	0.01-0.20	23.5	NP	16	SM	A-4 (0)	0.12	Baja	4.47	Sólido
Km. 75+957	C-393	M-02	Derecho	0.20-2.10	32.1	7.4	11	SM	A-2-4 (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 76+157	C-394	M-01	Derecho	0.01-1.70	42.5	13.3	5	GM	A-2-7 (0)	0.29	Media	2.79	Sólido
Km. 76+357	C-395	M-01	Derecho	0.01-1.80	26.1	NP	9	SM	A-2-4 (0)	0.14	Baja	2.79	Sólido
Km. 76+557	C-396	M-01	Derecho	0.01-1.90	20	NP	10	GM	A-1-b (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 76+557	C-396	M-02	Derecho	1.90-2.10	33.2	8.3	11	ML	A-4 (2)	0.21	Media	NP	Sólido
Km. 76+757	C-397	M-01	Derecho	0.01-1.50	25	NP	4	GM	A-2-4 (0)	0.14	Baja	2.68	Sólido
Km. 76+957	C-398	M-01	Derecho	0.01-0.50	31.8	7.4	7	SM	A-2-4 (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 77+157	C-399	M-01	Derecho	0.00-1.60	21	NP	9	SM	A-4 (0)	0.10	Baja	3.39	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 77+357	C-400	M-01	Derecho	0.01-1.85	22.6	NP	9	GM	A-4 (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 77+557	C-401	M-01	Derecho	0.01-0.30	21.2	NP	6	GM	A-1-a (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 77+757	C-402	M-01	Derecho	0.01-1.00	24.4	NP	16	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 77+957	C-403	M-01	Derecho	0.01-1.65	24.4	2.9	9	SM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 78+157	C-404	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.8	NP	5	GM	A-4 (0)	0.12	Baja	5.38	Sólido
Km. 78+357	C-405	M-01	Izquierdo	0.01-1.90	25.3	NP	8	SM	A-4 (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 78+557	C-406	M-01	Derecho	0.01-1.40	22.1	NP	7	GW-GM	A-1-a (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 78+757	C-407	M-01	Derecho	0.01-1.20	44.8	12.6	6	SM	A-2-7 (0)	0.31	Media	NP	Sólido
Km. 78+957	C-408	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	47.9	15.7	8	GM	A-7-5 (2)	0.34	Media	3.10	Sólido
Km. 79+157	C-409	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	58	20.1	9	MH	A-7-5 (10)	0.43	Alta	2.53	Sólido
Km. 79+357	C-410	M-01	Derecho	0.01-0.90	42.9	11.2	11	GM	A-2-7 (0)	0.30	Media	2.43	Sólido
Km. 79+557	C-411	M-01	Derecho	0.01-0.90	23.1	NP	9	GM	A-1-b (0)	0.12	Baja	2.86	Sólido
Km. 79+757	C-412	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	24.6	NP	5	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 79+957	C-413	M-01	Derecho	0.01-0.40	27.2	NP	9	GM	A-2-4 (0)	0.15	Baja	NP	Sólido
Km. 80+157	C-414	M-01	Derecho	0.01-0.20	52.9	19	13	GM	A-7-5 (5)	0.39	Media	NP	Sólido
Km. 80+357	C-415	M-01	Derecho	0.01-0.40	16.9	NP	4	GM	A-1-a (0)	0.06	Baja	2.10	Sólido
Km. 80+557	C-416	M-01	Derecho	0.01-1.50	32.5	6.2	10	GM	A-2-4 (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 80+757	C-417	M-01	Derecho	0.01-0.20	27.5	NP	5	GM	A-1-b (0)	0.16	Baja	3.66	Sólido
Km. 80+957	C-418	M-01	Derecho	0.01-0.30	29.5	NP	5	GM	A-2-4 (0)	0.18	Baja	NP	Sólido
Km. 81+157	C-419	M-01	Derecho	0.01-1.50	37.8	6.9	9	SM	A-2-4 (0)	0.25	Media	NP	Sólido
Km. 81+357	C-420	M-01	Derecho	0.01-0.30	21.3	NP	10	SM	A-4 (0)	0.10	Baja	4.13	Sólido
Km. 81+557	C-421	M-01	Derecho	0.01-1.50	25.8	5.7	8	SM	A-4 (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 81+757	C-422	M-01	Derecho	0.01-1.50	27.1	NP	8	SM	A-4 (0)	0.15	Baja	3.21	Sólido
Km. 81+957	C-423	M-01	Derecho	0.01-1.50	36.2	9.8	6	GM	A-2-4 (0)	0.24	Media	NP	Sólido
Km. 82+157	C-424	M-01	Derecho	0.01-1.80	35.9	10.3	8	SP-SM	A-2-6 (0)	0.23	Media	3.09	Sólido
Km. 82+357	C-425	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	24.1	NP	13	SM	A-4 (0)	0.13	Baja	2.75	Sólido
Km. 82+557	C-426	M-01	Derecho	0.01-0.50	31.8	7.7	10	SM	A-4 (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 82+757	C-427	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	42.9	13.4	6	GM	A-2-7 (0)	0.30	Media	2.82	Sólido
Km. 82+957	C-428	M-01	Derecho	0.01-0.15	16.9	NP	7	GM	A-2-4 (0)	0.06	Baja	2.72	Sólido
Km. 83+157	C-429	M-01	Derecho	0.01-0.20	20.4	NP	8	SM	A-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 83+157	C-429	M-02	Derecho	0.20-1.70	35.6	11.5	10	SM	A-4 (1)	0.23	Media	NP	Sólido
Km. 83+357	C-430	M-01	Derecho	0.01-1.50	43.2	15.7	19	SM	A-7-6 (5)	0.30	Media	2.25	Sólido
Km. 83+557	C-431	M-01	Derecho	0.01-1.50	33.3	7	13	SM	A-4 (1)	0.21	Media	1.55	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 83+757	C-432	M-01	Derecho	0.01-1.50	45.1	13.9	16	GM	A-2-7 (0)	0.32	Media	2.90	Sólido
Km. 83+957	C-433	M-01	Derecho	0.01-0.60	52.7	18.8	13	SM	A-7-5 (6)	0.38	Media	2.06	Sólido
Km. 84+157	C-434	M-01	Derecho	0.01-2.00	29.4	NP	21	SM	A-2-4 (0)	0.17	Baja	2.09	Sólido
Km. 84+357	C-435	M-01	Derecho	0.01-0.50	17.1	NP	2	GM	A-1-a (0)	0.06	Baja	NP	Sólido
Km. 84+557	C-436	M-01	Derecho	0.01-0.20	20.8	NP	9	SM	A-4 (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 84+557	C-436	M-02	Derecho	0.20-2.00	21.8	NP	2	GM	A-1-a (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 84+757	C-437	M-01	Derecho	0.01-0.30	20.4	NP	10	SM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 84+957	C-438	M-01	Derecho	0.01-0.20	23.9	NP	10	SM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 85+157	C-439	M-01	Derecho	0.01-1.20	32.2	7.9	13	SM	A-2-4 (0)	0.20	Media	NP	Sólido
Km. 85+357	C-440	M-01	Derecho	0.01-0.40	64.5	27.7	11	MH	A-7-5 (20)	0.49	Alta	2.46	Sólido
Km. 85+357	C-440	M-02	Derecho	0.40-1.60	39.5	14.8	22	CL	A-6 (12)	0.27	Media	1.95	Sólido
Km. 85+557	C-441	M-01	Derecho	0.01-0.20	29.5	NP	14	GM	A-1-b (0)	0.18	Baja	1.15	Sólido
Km. 85+757	C-442	M-01	Derecho	0.01-0.30	46.3	13.4	5	GM	A-2-7 (1)	0.33	Media	NP	Sólido
Km. 85+957	C-443	M-01	Derecho	0.01-1.50	45.9	14.7	7	GM	A-2-7 (1)	0.32	Media	3.06	Sólido
Km. 86+157	C-444	M-01	Derecho	0.01-1.60	53.9	17.4	16	GM	A-7-5 (6)	0.40	Alta	2.68	Sólido
Km. 86+357	C-445	M-01	Derecho	0.01-0.80	28.8	NP	11	GM	A-4 (0)	0.17	Baja	2.19	Sólido
Km. 86+557	C-446	M-01	Derecho	0.01-1.50	30.7	NP	15	GM	A-1-b (0)	0.19	Baja	NP	Sólido
Km. 86+757	C-447	M-01	Derecho	0.01-1.70	23.8	NP	11	SM	A-2-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 86+957	C-448	M-01	Derecho	0.01-0.20	47.2	14.9	6	GM	A-7-5 (2)	0.33	Media	NP	Sólido
Km. 86+957	C-448	M-02	Derecho	0.20-0.90	39.4	12	8	GM	A-2-6 (0)	0.26	Media	2.74	Sólido
Km. 87+157	C-449	M-01	Izquierdo	0.01-1.80	44.2	12.1	6	SM	A-7-5 (1)	0.31	Media	2.61	Sólido
Km. 87+357	C-450	M-01	Derecho	0.01-1.60	48.3	19.4	6	SM	A-2-7 (2)	0.34	Media	3.12	Sólido
Km. 87+557	C-451	M-01	Derecho	0.01-1.50	41.2	16.9	9	GC	A-7-6 (2)	0.28	Media	2.17	Sólido
Km. 87+757	C-452	M-01	Derecho	0.01-0.50	23.3	NP	5	GM	A-4 (0)	0.12	Baja	1.93	Sólido
Km. 87+957	C-453	M-01	Derecho	0.01-0.30	47.1	13.5	11	SM	A-7-5 (1)	0.33	Media	NP	Sólido
Km. 88+157	C-454	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.7	NP	8	GM	A-4 (0)	0.11	Baja	2.70	Sólido
Km. 88+357	C-455	M-01	Derecho	0.01-0.30	45.3	11.4	9	GM	A-2-7 (0)	0.32	Media	NP	Sólido
Km. 88+357	C-455	M-02	Derecho	0.30-1.80	43.6	14.9	3	GM	A-2-7 (1)	0.30	Media	3.15	Sólido
Km. 88+557	C-456	M-01	Derecho	0.01-1.50	38.2	11.3	8	GM	A-6 (1)	0.25	Media	2.75	Sólido
Km. 88+757	C-457	M-01	Derecho	0.01-1.00	22.2	NP	4	GM	A-1-b (0)	0.11	Baja	2.69	Sólido
Km. 88+757	C-457	M-02	Derecho	1.00-1.80	38.9	12.7	3	SM	A-2-6 (0)	0.26	Media	NP	Sólido
Km. 88+957	C-458	M-01	Derecho	0.01-0.50	46.2	16.1	9	SM	A-2-7 (1)	0.33	Media	2.85	Sólido
Km. 89+157	C-459	M-01	Derecho	0.01-0.50	19.5	NP	7	GM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	2.33	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 89+357	C-460	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.7	NP	9	SM	A-2-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 89+557	C-461	M-01	Derecho	0.01-1.60	17.8	NP	7	GM	A-1-b (0)	0.07	Baja	NP	Sólido
Km. 89+757	C-462	M-01	Derecho	0.01-1.60	37.9	11.7	7	GM	A-2-6 (0)	0.25	Media	NP	Sólido
Km. 89+957	C-463	M-01	Derecho	0.01-1.60	49.3	16.7	9	SM	A-7-5 (3)	0.35	Media	2.64	Sólido
Km. 90+157	C-464	M-01	Derecho	0.01-1.60	22.4	NP	11	GM	A-4 (0)	0.11	Baja	2.44	Sólido
Km. 90+357	C-465	M-01	Derecho	0.01-1.60	25.3	NP	8	GM	A-2-4 (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 90+557	C-466	M-01	Derecho	0.01-1.60	19.9	NP	9	SM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 90+757	C-467	M-01	Derecho	0.01-1.70	22.7	NP	47	GM	A-4 (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 90+957	C-468	M-01	Derecho	0.01-0.30	52.1	15.9	12	SM	A-7-5 (4)	0.38	Media	NP	Sólido
Km. 90+957	C-468	M-02	Derecho	0.30-1.90	37.3	10.4	9	GM	A-6 (1)	0.25	Media	2.52	Sólido
Km. 91+157	C-469	M-01	Derecho	0.01-0.50	43.2	12.6	7	GM	A-2-7 (0)	0.30	Media	2.74	Sólido
Km. 91+357	C-470	M-01	Derecho	0.00-1.60	21.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	0.10	Baja	2.89	Sólido
Km. 91+557	C-471	M-01	Derecho	0.00-1.70	22.4	NP	6	GM	A-1-a (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 91+757	C-472	M-01	Derecho	0.00-1.55	24.2	NP	23	GM	A-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 91+957	C-473	M-01	Derecho	0.01-1.50	22.7	NP	2	GM	A-1-b (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 92+157	C-474	M-01	Derecho	0.01-1.50	22.6	NP	12	SP-SM	A-1-a (0)	0.11	Baja	NP	Sólido
Km. 92+357	C-475	M-01	Derecho	0.01-1.50	51.2	16.3	11	SM	A-7-5 (4)	0.37	Media	NP	Sólido
Km. 92+557	C-476	M-01	Derecho	0.01-1.70	24.6	NP	10	GM	A-1-b (0)	0.13	Baja	2.50	Sólido
Km. 92+757	C-477	M-01	Derecho	0.01-1.50	46.4	13.5	9	GM	A-7-5 (1)	0.33	Media	NP	Sólido
Km. 92+957	C-478	M-01	Derecho	0.01-1.50	21.3	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.10	Baja	2.74	Sólido
Km. 93+157	C-479	M-01	Derecho	0.01-0.20	28.8	NP	5	SM	A-4 (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 93+157	C-479	M-02	Derecho	0.20-1.50	18.9	NP	5	GM	A-2-4 (0)	0.08	Baja	NP	Sólido
Km. 93+357	C-480	M-01	Derecho	0.01-0.70	25.5	NP	8	GM	A-4 (0)	0.14	Baja	NP	Sólido
Km. 93+357	C-480	M-02	Derecho	0.70-1.50	23.3	NP	7	GM	A-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 93+557	C-481	M-01	Derecho	0.01-1.00	20.2	NP	6	GW-GM	A-1-a (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 93+757	C-482	M-01	Derecho	0.01-1.50	49.1	15.5	8	GM	A-7-5 (2)	0.35	Media	NP	Sólido
Km. 93+957	C-483	M-01	Derecho	0.01-1.50	24.1	NP	9	GM	A-4 (0)	0.13	Baja	2.64	Sólido
Km. 94+157	C-484	M-01	Derecho	0.01-1.70	28.5	NP	10	SM	A-1-b (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 94+357	C-485	M-01	Derecho	0.01-0.40	50.2	16.6	12	GM	A-7-5 (3)	0.36	Media	NP	Sólido
Km. 94+357	C-485	M-02	Derecho	0.40-1.80	21	NP	13	SM	A-4 (0)	0.10	Baja	2.33	Sólido
Km. 94+557	C-486	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	37.3	7.2	5	GM	A-2-4 (0)	0.25	Media	NP	Sólido
Km. 94+757	C-487	M-01	Izquierdo	0.01-1.65	48.2	18.5	10	SM	A-7-6 (2)	0.34	Media	4.51	Sólido
Km. 94+957	C-488	M-01	Derecho	0.01-2.00	44.5	8.6	13	ML	A-5 (5)	0.31	Media	2.04	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 95+157	C-489	M-01	Derecho	0.00-0.80	59.3	22.5	16	MH	A-7-5 (11)	0.44	Alta	3.72	Sólido
Km. 95+157	C-489	M-02	Derecho	0.80-2.00	43	8.2	14	ML	A-5 (3)	0.30	Media	1.94	Sólido
Km. 95+357	C-490	M-01	Derecho	0.01-0.50	26.6	NP	19	SM	A-2-4 (0)	0.15	Baja	3.52	Sólido
Km. 95+557	C-491	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.7	NP	9	GP-GM	A-1-a (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 95+757	C-492	M-01	Derecho	0.00-1.80	30.5	3.4	8	GM	A-2-4 (0)	0.18	Baja	NP	Sólido
Km. 95+957	C-493	M-01	Derecho	0.01-1.00	26	NP	8	GM	A-2-4 (0)	0.14	Baja	6.68	Sólido
Km. 96+157	C-494	M-01	Derecho	0.00-0.40	47.9	13.7	9	SM	A-7-5 (1)	0.34	Media	NP	Sólido
Km. 96+157	C-494	M-02	Derecho	0.40-1.50	40.8	11.7	15	SM	A-7-6 (3)	0.28	Media	2.83	Sólido
Km. 96+357	C-495	M-01	Derecho	0.00-1.60	24.6	NP	4	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	2.19	Sólido
Km. 96+557	C-496	M-01	Derecho	0.01-1.50	35.9	NP	14	GM	A-2-4 (0)	0.23	Media	NP	Sólido
Km. 96+757	C-497	M-01	Derecho	0.01-1.00	48.2	20.3	8	GM	A-2-7 (2)	0.34	Media	NP	Sólido
Km. 96+757	C-497	M-02	Derecho	1.00-1.80	37.3	12.6	9	GM	A-6 (1)	0.25	Media	1.96	Sólido
Km. 96+957	C-498	M-01	Derecho	0.00-1.30	25.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	0.14	Baja	2.28	Sólido
Km. 97+157	C-499	M-01	Derecho	0.00-1.50	24.1	NP	7	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 97+357	C-500	M-01	Derecho	0.01-2.10	24.6	NP	11	SM	A-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 97+557	C-501	M-01	Derecho	0.01-1.80	30	6.2	10	SM	A-2-4 (0)	0.18	Baja	NP	Sólido
Km. 97+757	C-502	M-01	Derecho	0.00-1.50	20.6	NP	4	SM	A-2-4 (0)	0.10	Baja	3.29	Sólido
Km. 97+957	C-503	M-01	Derecho	0.01-2.10	22.9	NP	14	ML	A-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 98+157	C-504	M-01	Derecho	0.01-0.40	21.2	NP	13	GM	A-1-b (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 98+357	C-505	M-01	Derecho	0.01-0.70	20.5	NP	29	ML	A-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 98+557	C-506	M-01	Derecho	0.00-1.20	20.7	NP	9	GM	A-1-b (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 98+757	C-507	M-01	Izquierdo	0.001.55	20.4	NP	9	SM	A-2-4 (0)	0.09	Baja	NP	Sólido
Km. 98+957	C-508	M-01	Izquierdo	0.01-1.60	23.1	NP	8	SM	A-1-b (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 99+157	C-509	M-01	Derecho	0.01-1.70	21.2	NP	15	ML	A-4 (0)	0.10	Baja	NP	Sólido
Km. 99+357	C-510	M-01	Izquierdo	0.01-1.65	18.6	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.08	Baja	NP	Sólido
Km. 99+557	C-511	M-01	Derecho	0.01-1.60	32.8	NP	15	GM	A-2-4 (0)	0.21	Media	NP	Sólido
Km. 99+757	C-512	M-01	Derecho	0.01-1.60	40.2	19.5	12	CL	A-7-6 (9)	0.27	Media	NP	Sólido
Km. 99+957	C-513	M-01	Derecho	0.01-1.60	23.9	NP	16	ML	A-4 (0)	0.13	Baja	1.42	Sólido
Km. 100+157	C-514	M-01	Derecho	0.01-1.20	24.8	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.13	Baja	NP	Sólido
Km. 100+357	C-515	M-01	Derecho	0.00-2.20	23.3	NP	3	SM	A-4 (0)	0.12	Baja	NP	Sólido
Km. 100+557	C-516	M-01	Derecho	0.01-1.70	27.9	8.2	13	CL	A-4 (2)	0.16	Baja	NP	Sólido
Km. 100+757	C-517	M-01	Izquierdo	0.01-1.50	52.4	16.2	4	SM	A-7-5 (4)	0.38	Media	1.87	Sólido
Km. 100+957	C-518	M-01	Derecho	0.01-1.90	49.2	15.6	5	GM	A-7-5 (2)	0.35	Media	2.99	Sólido

Progresiva	Calicata	Muestra	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia pasante N° 40		Humedad natural%	Clasificación		Cc	Condición	Ic	Condición
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO				
Km. 101+157	C-519	M-01	Derecho	0.01-1.60	20.8	NP	3	GM	A-4 (0)	0.10	Baja	2.84	Sólido
Km. 101+357	C-520	M-01	Derecho	0.00-1.80	40.9	11.6	4	GM	A-2-7 (0)	0.28	Media	NP	Sólido
Km. 101+557	C-521	M-01	Derecho	0.01-1.60	35.5	NP	18	GM	A-2-4 (0)	0.23	Media	3.18	Sólido
Km. 101+757	C-522	M-01	Derecho	0.01-0.60	47.5	16.6	9	GM	A-7-5 (2)	0.34	Media	NP	Sólido
Km. 101+957	C-523	M-01	Derecho	0.01-1.60	27	NP	5	SM	A-4 (0)	0.15	Baja	2.33	Sólido
Km. 102+157	C-524	M-01	Derecho	0.01-1.70	43.9	13.8	12	SM	A-2-7 (1)	0.31	Media	NP	Sólido
Km. 102+357	C-525	M-01	Derecho	0.01-0.15	18.1	NP	7	GM	A-2-4 (0)	0.07	Baja	2.33	Sólido
Km. 102+557	C-526	M-01	Izquierdo	0.00-1.50	28.4	NP	8	SM	A-1-b (0)	0.17	Baja	NP	Sólido
Km. 102+757	C-527	M-01	Derecho	0.01-1.50	49.1	13.6	12	GM	A-7-5 (2)	0.35	Media	NP	Sólido
Km. 102+957	C-528	M-01	Derecho	0.01-0.30	46.2	16.7	11	GM	A-2-7 (1)	0.33	Media	2.76	Sólido
Km. 102+957	C-528	M-02	Derecho	0.30-1.80	40.1	13.3	32	ML	A-7-6 (14)	0.27	Media	2.10	Sólido
Km. 103+157	C-529	M-01	Derecho	0.01-0.60	21.9	NP	6	GM	A-2-4 (0)	0.11	Baja	0.59	Plástico blando
Km. 103+357	C-530	M-01	Derecho	0.00-0.40	49.2	18.5	6	GM	A-7-5 (2)	0.35	Media	NP	Sólido
Km. 103+357	C-530	M-02	Derecho	0.40-2.00	36.9	13.7	6	SC	A-6 (2)	0.24	Media	2.33	Sólido
Km. 103+557	C-531	M-01	Derecho	0.00-1.60	37.6	7	11	SM	A-2-4 (0)	0.25	Media	2.26	Sólido

El espesor de mejoramiento en los sectores con alto coeficiente de compresibilidad (Cc) y bajo Índice de Consistencia (Ic), debe ser calculados en función al tipo de material a emplear y al valor relativo de soporte que se requiera de la fundación, para esto inicialmente se calcularán los esfuerzos en compresión que inducirán al pavimento y a la capa de mejoramiento, la carga prevista, para esto aplicaremos la teoría de Boussinesq desarrollada en 1885, donde se aplica una carga simple sobre un área circular, los esfuerzos más críticos ocurren bajo el centro de la carga circular. En este punto, los esfuerzos tangenciales y radiales son iguales. La carga aplicada por la rueda es similar a una placa flexible con un radio y presión dados. Los esfuerzos, debajo de la placa pueden ser determinados con la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = q_0 * \left[1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left(1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

Carga de Aplicación $q_0 = 5.6 \text{ Kg/cm}^2$

Radio $a = 10.80 \text{ cm.}$

Profundidad $z = \text{variable} = \text{espesor del pavimento} + \text{espesor de mejoramiento}$

En nuestro caso el espesor de pavimento considerado es 32.5 cm. y el espesor de mejoramiento planteado serán de 60, 65, 70 y 75 cm, por lo tanto $z=92.5, 97.5, 102.5$ y 107.5 cm.

Luego, según Raúl Valle Rodas, el esfuerzo que se presente a la profundidad definida debe ser menor a 0.10 Kg/cm^2 .

A continuación se presenta el cálculo de esfuerzos y la comparación con la teoría de Boussinesq

Tabla 10 Cálculo de esfuerzos por Boussinesq para espesor de mejoramiento ($e=60$ cm)

Modelamiento por Boussinesq,					
Carga de aplicación	$q=$	5.62	kg/cm^2	equivalente a una presión de llanta	<input type="text" value="80"/> psi
Radio	$a=$	10.78	cm		
Profundidad	$z=$	92.5	cm	$z=$ Estructura del pavimento + espesor mejorado	
Esfuerzo	$\sigma_z=$	0.1125	Kg/cm^2	Estructura del pavimento=	32.5 cm
				Espesor mejorado =	<input type="text" value="60"/> cm
Resultados					
Esfuerzo a Z cm			$\sigma_z=$	0.1125	Kg/cm^2
Porcentaje de esfuerzo respecto a carga de aplicación	80 PSI		$\sigma_z(\%)=$	2.0%	
Criterio					
Esfuerzo a 0.1 de carga de aplicación (Raul Valle Rodas, Carreteras, calles y aeropuertos)			0.10	Kg/cm^2	
Análisis e Interpretación					
Esfuerzo a la profundidad Z es menor		0.1125	\leq	0.10	Kg/cm^2 No cumple criterio

Tabla 11 Cálculo de esfuerzos por Boussinesq para espesor de mejoramiento (e=65 cm)

Modelamiento por Boussinesq,					
Carga de aplicación	q=	5.62	kg/cm ²	equivalente a una presión de llanta	80 psi
Radio	a=	10.78	cm		
Profundidad	z=	97.5	cm	z= Estructura del pavimento + espesor mejorado	
Esfuerzo	σ_z =	0.1014	Kg/cm ²	Estructura del pavimento=	32.5 cm
				Espesor mejorado =	65 cm
Resultados					
Esfuerzo a Z cm			σ_z =	0.1014	Kg/cm ²
Porcentaje de esfuerzo respecto a carga de aplicación	80 PSI		$\sigma_z(\%)$ =	1.8%	
Criterio					
Esfuerzo a 0.1 de carga de aplicación (Raul Valle Rodas, Carreteras, calles y			0.10		Kg/cm ²
Análisis e Interpretación					
Esfuerzo a la profundidad Z es menor		0.1014	<=	0.10	Kg/cm ² No cumple criterio

Tabla 12 Cálculo de esfuerzos por Boussinesq para espesor de mejoramiento (e=70 cm)

Modelamiento por Boussinesq,					
Carga de aplicación	q=	5.62	kg/cm ²	equivalente a una presión de llanta	80 psi
Radio	a=	10.78	cm		
Profundidad	z=	102.5	cm	z= Estructura del pavimento + espesor mejorado	
Esfuerzo	σ_z =	0.0919	Kg/cm ²	Estructura del pavimento=	32.5 cm
				Espesor mejorado =	70 cm
Resultados					
Esfuerzo a Z cm			σ_z =	0.0919	Kg/cm ²
Porcentaje de esfuerzo respecto a carga de aplicación	80 PSI		$\sigma_z(\%)$ =	1.6%	
Criterio					
Esfuerzo a 0.1 de carga de aplicación (Raul Valle Rodas, Carreteras, calles y aeropuertos)			0.10		Kg/cm ²
Análisis e Interpretación					
Esfuerzo a la profundidad Z es menor		0.0919	<=	0.10	Kg/cm ² Cumple criterio

Tabla 13 Cálculo de esfuerzos por Boussinesq para espesor de mejoramiento (e=75 cm)

Modelamiento por Boussinesq.			
Carga de aplicación	q=	5.62 kg/cm ²	equivalente a una presión de llant <input type="text" value="80"/> psi
Radio	a=	10.78 cm	
Profundidad	z=	107.5 cm	z= Estructura del pavimento + espesor mejorado
Esfuerzo	σ _z =	0.0836 Kg/cm ²	Estructura del pavimento= <input type="text" value="32.5"/> cm Espesor mejorado = <input type="text" value="75"/> cm
Resultados			
Esfuerzo a Z cm		σ _z =	0.0836 Kg/cm ²
Porcentaje de esfuerzo respecto a carga de aplicación	80 PSI	σ _z (%)=	1.5%
Criterio			
Esfuerzo a 0.1 de carga de aplicación (Raul Valle Rodas, Carreteras, calles		0.10	Kg/cm ²
Análisis e Interpretación			
Esfuerzo a la profundidad Z es menor	0.0836	<=	0.10 Kg/cm ² Cumple criterio

De acuerdo a lo anterior, verificamos el primer espesor de mejoramiento de 60 cm, obteniéndose un esfuerzo a la profundidad de 92.5 cm. de 0.1125 Kg/cm² que representa el 2.0% de la carga y resulta mayor al valor establecido (0.10 Kg/cm²), por lo tanto verificamos para el espesor de mejoramiento de 0.65 m., para el que ese obtiene un esfuerzo a la profundidad de 97.5 cm. de 0.1014 Kg/cm² que representa el 1.80% de la carga y resulta menor al valor establecido (0.10 Kg/cm²); seguidamente para un espesor de 102.5 cm se obtiene un esfuerzo de 0.0919 Kg/cm² que representa el 1.60% de la carga y resulta menor al valor establecido (0.10 Kg/cm²), por lo que se concluye que a la profundidad mínima de 102.5 cm (70 cm de capa granular) el esfuerzo transmitido es de 0.1 Kg/cm², este valor será tomado como referencia para definir el espesor final de mejoramiento. Cabe indicar que a juicio del ingeniero diseñador esta profundidad puede ser aumentada o disminuida, según se establece también Valle Rodas en su publicación carreteras, calles y aeropistas.

c) Criterio contenido de humedad del suelo y su compactación (OCH):

Los procesos de compactación dependen de varios factores, naturaleza del suelo, método de compactación, energía de compactación, contenido de agua del suelo, entre otros. Siendo el factor determinante el contenido de humedad para lograr las densidades exigidas en las especificaciones Técnicas (95% del ensayo de densidad máxima de laboratorio).

Si la humedad del suelo es muy elevada, será necesario eliminarlos. De acuerdo a lo anterior esta comparación no corresponde a un criterio de mejoramiento de suelo, sino a un reemplazo de materiales por la condición antes expuesta

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para esta

Tabla 14 Contenido de humedad del Suelo vs OCH

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 52+557	C-276	M-01	0.01-2.00	27.6	8.9	15	CL	A-4 (2)	5.99	Humedad mayor al OCH
Km. 52+757	C-277	M-01	0.01-0.20	23.9	1.7	9	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 52+957	C-278	M-01	0.01-0.40	24.3	4	12	ML-CL	A-4 (2)	-	-
Km. 53+357	C-279	M-01	0.01-1.00	36.5	6.9	10	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 53+158	C-279A	M-01	0.01-1.50	17.5	5.6	16	ML-CL	A-4 (0)	-	-
Km. 53+557	C-280	M-01	0.01-0.60	29.1	6.7	11	GM	A-2-4 (0)	2.58	Humedad mayor al OCH
Km. 53+757	C-281	M-01	0.01-0.50	28.1	5	12	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 53+957	C-282	M-01	0.01-1.80	18	4.5	13	ML-CL	A-4 (0)	-	-
Km. 54+157	C-283	M-01	0.01-0.80	25.3	4	17	SM-SC	A-2-4 (0)	-	-
Km. 54+357	C-284	M-01	0.01-0.50	23	3.9	12	ML	A-4 (2)	-	-
Km. 54+557	C-285	M-01	0.01-0.50	25.8	6.8	10	GM-GC	A-2-4 (0)	2.27	Humedad mayor al OCH
Km. 54+757	C-286	M-01	0.01-0.30	24.4	7.3	18	GC	A-2-4 (0)	-	-
Km. 54+957	C-287	M-01	0.01-0.40	26.8	8.7	12	GC	A-2-4 (0)	-	-
Km. 55+157	C-288	M-01	0.01-1.80	39.5	11	21	ML	A-6 (8)	-	-
Km. 55+357	C-289	M-01	0.01-0.30	27	6	24	ML-CL	A-4 (2)	-	-
Km. 55+357	C-289	M-02	0.30-1.50	25.5	7.6	21	CL	A-4 (3)	-	-
Km. 55+557	C-290	M-01	0.01-1.60	25.6	5.8	8	ML-CL	A-4 (2)	-	-
Km. 55+757	C-291	M-01	0.01-0.20	27.8	7.8	17	CL	A-4 (2)	-	-
Km. 55+957	C-292	M-01	0.01-0.20	28.3	6.3	10	GM-GC	A-2-4 (0)	-	-
Km. 56+157	C-293	M-01	0.01-1.20	29.1	5.8	15	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 56+357	C-294	M-01	0.01-1.80	28.9	7.8	18	CL	A-4 (2)	-	-
Km. 56+557	C-295	M-01	0.01-1.90	28.3	5.5	18	ML	A-4 (3)	6.19	Humedad mayor al OCH
Km. 56+757	C-296	M-01	0.01-0.30	27.2	5.5	10	GP-GC	A-1-a (0)	-	-
Km. 56+957	C-297	M-01	0.01-0.70	23.2	NP	11	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 57+157	C-298	M-01	0.01-1.50	36.2	8.3	18	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 57+357	C-299	M-01	0.01-0.20	24.8	NP	7	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 57+557	C-300	M-01	0.01-0.20	25.3	NP	7	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 57+757	C-301	M-01	0.01-0.30	25.2	5.7	6	GM-GC	A-1-b (0)	-	-
Km. 57+957	C-302	M-01	0.01-0.40	31.5	5.8	13	GP-GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 58+157	C-303	M-01	0.01-0.20	25.9	NP	9	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 58+357	C-304	M-01	0.01-1.80	25.2	7.9	18	CL	A-4 (2)	-	-
Km. 58+557	C-305	M-01	0.01-1.60	54.6	15.3	23	SM	A-7-5 (4)	7.46	Humedad mayor al OCH
Km. 58+757	C-306	M-01	0.01-1.70	29.5	6.3	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 58+957	C-307	M-01	0.01-0.20	19.6	NP	4	GP-GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 59+157	C-308	M-01	0.01-1.50	33.5	11.2	17	SC	A-6 (2)	-	-
Km. 59+357	C-309	M-01	0.01-0.20	29.1	11.2	14	GC	A-6 (2)	-	-
Km. 59+357	C-309	M-02	0.20-2.40	21.3	NP	12	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 59+557	C-310	M-01	0.01-1.60	32.1	11.3	22	CL	A-6 (5)	7.84	Humedad mayor al OCH
Km. 59+757	C-311	M-01	0.01-0.20	36.2	6.6	13	SM	A-4 (1)	-	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante Nº40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASTHO		
Km. 59+757	C-311	M-02	0.20-1.60	32.8	4.3	14	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 59+957	C-312	M-01	0.01-1.50	35.1	3.1	14	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 60+157	C-313	M-01	0.01-1.80	32.3	1.1	17	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 60+357	C-314	M-01	0.01-0.30	26.7	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 60+557	C-315	M-01	0.01-0.50	33.9	NP	4	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 60+757	C-316	M-01	0.01-0.30	23.1	NP	27	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 60+757	C-316	M-02	0.30-1.70	28.9	6.5	10	SM-SC	A-4 (0)	-	-
Km. 60+957	C-317	M-01	0.01-0.30	20.4	NP	8	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 60+957	C-317	M-02	0.30-1.60	23.5	NP	20	ML	A-4 (0)	-	-
Km. 61+157	C-318	M-01	0.01-0.30	38.6	5	15	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 61+157	C-318	M-02	0.30-1.70	29.5	7.1	13	GC	A-2-4 (0)	-	-
Km. 61+357	C-319	M-01	0.01-1.50	28.1	11.2	11	GC	A-2-6 (0)	-	-
Km. 61+557	C-320	M-01	0.01-1.50	34.8	9.3	18	ML	A-4 (4)	4.21	Humedad mayor al OCH
Km. 61+757	C-321	M-01	0.01-1.50	24.9	0.1	15	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 61+957	C-322	M-01	0.01-1.80	22.1	NP	11	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 62+157	C-324	M-01	0.01-2.00	39.5	9.7	31	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 62+357	C-325	M-01	0.01-2.10	21.2	NP	7	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 62+557	C-326	M-01	0.01-2.10	30.7	NP	7	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 62+757	C-327	M-01	0.01-1.50	35.9	6.4	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 62+957	C-328	M-01	0.01-0.30	17.2	NP	12	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 62+957	C-328	M-02	0.30-1.60	19.8	NP	16	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 63+157	C-329	M-01	0.01-0.30	26.3	5.8	10	SM-SC	A-4 (0)	-	-
Km. 63+357	C-330	M-01	0.01-2.00	31.6	NP	6	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 63+557	C-331	M-01	0.01-0.20	31.7	NP	8	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 63+557	C-331	M-02	0.20-2.10	27.9	5.4	11	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 63+757	C-332	M-01	0.01-2.30	34.9	11.4	13	CL	A-6 (5)	-	-
Km. 63+957	C-333	M-01	0.01-2.00	28.4	1.4	8	ML	A-4 (0)	-	-
Km. 64+157	C-334	M-01	0.01-1.60	51.7	18.9	18	SM	A-7-5 (5)	-	-
Km. 64+357	C-335	M-01	0.01-0.20	32.1	1.7	13	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 64+357	C-335	M-02	0.20-1.80	29.2	4.4	27	ML	A-4 (1)	-	-
Km. 64+557	C-336	M-01	0.01-0.40	38.6	10.5	20	ML	A-6 (4)	-	-
Km. 64+557	C-336	M-02	0.40-2.00	20.3	NP	8	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 64+757	C-337	M-01	0.01-2.20	34.6	9.5	13	ML	A-4 (3)	-	-
Km. 64+957	C-338	M-01	0.01-0.30	24.8	NP	3	GP-GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 64+957	C-338	M-02	0.30-1.50	39.4	8.7	4	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 65+157	C-339	M-01	0.01-1.50	23.9	2.1	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 65+357	C-340	M-01	0.01-1.10	39.4	8.1	14	SM	A-4 (1)	-	-
Km. 65+557	C-341	M-01	0.01-1.50	26.2	NP	20	GM	A-1-a (0)	13.48	Humedad mayor al OCH
Km. 65+757	C-342	M-01	0.01-0.20	19.2	NP	11	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 65+757	C-342	M-02	0.20-2.00	20.2	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASTHO		
Km. 65+957	C-343	M-01	0.01-0.30	25.8	NP	4	SM	A-1-a (0)	-	-
Km. 66+157	C-344	M-01	0.01-1.50	28.9	8.1	4	GW-GC	A-2-4 (0)	-	-
Km. 66+357	C-345	M-01	0.01-1.50	35.7	3.3	8	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 66+557	C-346	M-01	0.01-0.50	23.3	NP	4	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 66+757	C-347	M-01	0.01-0.30	27.1	NP	7	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 66+957	C-348	M-01	0.01-1.50	44.7	13.8	4	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 67+157	C-349	M-01	0.01-1.60	29.1	NP	11	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 67+357	C-350	M-01	0.01-1.50	24.8	NP	10	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 67+557	C-351	M-01	0.01-1.50	28.4	4.1	9	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 67+757	C-352	M-01	0.01-1.55	29.9	8.3	13	SC	A-4 (1)	-	-
Km. 67+957	C-353	M-01	0.01-1.50	27.5	NP	5	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 68+157	C-354	M-01	0.01-1.90	51.9	23.3	15	SC	A-7-6 (6)	-	-
Km. 68+357	C-355	M-01	0.01-1.65	42.3	8.2	13	SM	A-2-5 (0)	-	-
Km. 68+557	C-356	M-01	0.01-1.50	21.7	NP	9	GM	A-1-b (0)	1.65	Humedad mayor al OCH
Km. 68+757	C-357	M-01	0.01-1.70	44.9	14	6	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 68+957	C-358	M-01	0.01-0.20	17	NP	17	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 68+957	C-358	M-02	0.20-1.80	42.9	7.2	3	GM	A-2-5 (0)	-	-
Km. 69+157	C-359	M-01	0.01-1.50	35.9	3.4	8	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 69+357	C-360	M-01	0.01-1.00	23.6	NP	5	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 69+557	C-361	M-01	0.01-1.00	22.2	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 69+757	C-362	M-01	0.01-1.70	16.7	NP	10	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 69+957	C-363	M-01	0.01-1.60	44.2	13.2	8	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 70+157	C-364	M-01	0.01-1.00	22.2	NP	16	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 70+357	C-365	M-01	0.01-0.20	24.2	NP	4	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 70+357	C-365	M-02	0.20-1.90	28.7	NP	4	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 70+557	C-366	M-01	0.01-1.60	23.2	NP	4	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 70+757	C-367	M-01	0.01-1.60	43.2	11.5	4	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 70+957	C-368	M-01	0.01-1.30	28.1	NP	9	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 71+157	C-369	M-01	0.01-1.60	28.3	NP	10	GW	A-1-a (0)	-	-
Km. 71+357	C-370	M-01	0.01-1.80	41.2	7.1	5	SM	A-2-5 (0)	-	-
Km. 71+557	C-371	M-01	0.01-0.50	25.9	5.7	4	GP-GC	A-1-a (0)	-	-
Km. 71+757	C-372	M-01	0.01-1.60	46.9	14.4	6	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 71+957	C-373	M-01	0.01-0.10	22.3	NP	6	SW-SM	A-1-a (0)	-	-
Km. 72+157	C-374	M-01	0.01-1.80	33.4	5.3	10	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 72+357	C-375	M-01	0.01-0.50	24	NP	18	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 72+357	C-375	M-02	0.50-1.75	37.9	14.5	8	GC	A-2-6 (0)	-	-
Km. 72+557	C-376	M-01	0.01-1.80	40.1	12.6	10	GM	A-2-7 (0)	1.80	Humedad mayor al OCH
Km. 72+757	C-377	M-01	0.01-1.10	25.3	1.7	4	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 72+957	C-378	M-01	0.01-1.50	24.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 73+157	C-379	M-01	0.01-1.40	20.2	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASTHO		
Km. 73+357	C-380	M-01	0.01-1.50	24.2	NP	12	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 73+557	C-381	M-01	0.01-1.60	24.8	NP	6	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 73+757	C-382	M-01	0.01-0.20	24.2	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 73+757	C-382	M-02	0.20-1.70	21.3	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 73+957	C-383	M-01	0.01-0.20	24.5	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 73+957	C-383	M-02	0.20-1.55	22.6	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 74+157	C-384	M-01	0.01-1.80	42.6	13	9	SM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 74+357	C-385	M-01	0.01-1.70	16.4	NP	10	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 74+557	C-386	M-01	0.01-1.80	15.1	NP	8	GP-GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 74+757	C-387	M-01	0.01-2.50	64	25.1	15	MH	A-7-5 (17)	-	-
Km. 74+957	C-388	M-01	0.01-0.60	16.6	NP	5	GP-GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 75+157	C-389	M-01	0.01-1.60	44.1	12.4	2	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 75+357	C-390	M-01	0.01-1.65	21.5	NP	6	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 75+557	C-391	M-01	0.01-2.00	32	NP	22	ML	A-4 (0)	4.62	Humedad mayor al OCH
Km. 75+757	C-392	M-01	0.01-0.20	21.6	NP	8	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 75+757	C-392	M-02	0.20-2.40	35.7	4.5	16	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 75+957	C-393	M-01	0.01-0.20	23.5	NP	16	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 75+957	C-393	M-02	0.20-2.10	32.1	7.4	11	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 76+157	C-394	M-01	0.01-1.70	42.5	13.3	5	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 76+357	C-395	M-01	0.01-1.80	26.1	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 76+557	C-396	M-01	0.01-1.90	20	NP	10	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 76+557	C-396	M-02	1.90-2.10	33.2	8.3	11	ML	A-4 (2)	-	-
Km. 76+757	C-397	M-01	0.01-1.50	25	NP	4	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 76+957	C-398	M-01	0.01-0.50	31.8	7.4	7	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 77+157	C-399	M-01	0.00-1.60	21	NP	9	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 77+357	C-400	M-01	0.01-1.85	22.6	NP	9	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 77+557	C-401	M-01	0.01-0.30	21.2	NP	6	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 77+757	C-402	M-01	0.01-1.00	24.4	NP	16	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 77+957	C-403	M-01	0.01-1.65	24.4	2.9	9	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 78+157	C-404	M-01	0.01-1.60	23.8	NP	5	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 78+357	C-405	M-01	0.01-1.90	25.3	NP	8	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 78+557	C-406	M-01	0.01-1.40	22.1	NP	7	GW-GM	A-1-a (0)	0.78	Humedad mayor al OCH
Km. 78+757	C-407	M-01	0.01-1.20	44.8	12.6	6	SM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 78+957	C-408	M-01	0.01-1.60	47.9	15.7	8	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 79+157	C-409	M-01	0.01-1.60	58	20.1	9	MH	A-7-5 (10)	-	-
Km. 79+357	C-410	M-01	0.01-0.90	42.9	11.2	11	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 79+557	C-411	M-01	0.01-0.90	23.1	NP	9	GM	A-1-b (0)	0.95	Humedad mayor al OCH
Km. 79+757	C-412	M-01	0.01-1.80	24.6	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 79+957	C-413	M-01	0.01-0.40	27.2	NP	9	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 80+157	C-414	M-01	0.01-0.20	52.9	19	13	GM	A-7-5 (5)	-	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante Nº40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASTHO		
Km. 80+357	C-415	M-01	0.01-0.40	16.9	NP	4	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 80+557	C-416	M-01	0.01-1.50	32.5	6.2	10	GM	A-2-4 (0)	0.40	Humedad mayor al OCH
Km. 80+757	C-417	M-01	0.01-0.20	27.5	NP	5	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 80+957	C-418	M-01	0.01-0.30	29.5	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 81+157	C-419	M-01	0.01-1.50	37.8	6.9	9	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 81+357	C-420	M-01	0.01-0.30	21.3	NP	10	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 81+557	C-421	M-01	0.01-1.50	25.8	5.7	8	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 81+757	C-422	M-01	0.01-1.50	27.1	NP	8	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 81+957	C-423	M-01	0.01-1.50	36.2	9.8	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 82+157	C-424	M-01	0.01-1.80	35.9	10.3	8	SP-SM	A-2-6 (0)	-	-
Km. 82+357	C-425	M-01	0.01-1.50	24.1	NP	13	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 82+557	C-426	M-01	0.01-0.50	31.8	7.7	10	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 82+757	C-427	M-01	0.01-1.60	42.9	13.4	6	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 82+957	C-428	M-01	0.01-0.15	16.9	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 83+157	C-429	M-01	0.01-0.20	20.4	NP	8	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 83+157	C-429	M-02	0.20-1.70	35.6	11.5	10	SM	A-4 (1)	-	-
Km. 83+357	C-430	M-01	0.01-1.50	43.2	15.7	19	SM	A-7-6 (5)	-	-
Km. 83+557	C-431	M-01	0.01-1.50	33.3	7	13	SM	A-4 (1)	-	-
Km. 83+757	C-432	M-01	0.01-1.50	45.1	13.9	16	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 83+957	C-433	M-01	0.01-0.60	52.7	18.8	13	SM	A-7-5 (6)	-	-
Km. 84+157	C-434	M-01	0.01-2.00	29.4	NP	21	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 84+357	C-435	M-01	0.01-0.50	17.1	NP	2	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 84+557	C-436	M-01	0.01-0.20	20.8	NP	9	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 84+557	C-436	M-02	0.20-2.00	21.8	NP	2	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 84+757	C-437	M-01	0.01-0.30	20.4	NP	10	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 84+957	C-438	M-01	0.01-0.20	23.9	NP	10	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 85+157	C-439	M-01	0.01-1.20	32.2	7.9	13	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 85+357	C-440	M-01	0.01-0.40	64.5	27.7	11	MH	A-7-5 (20)	-	-
Km. 85+357	C-440	M-02	0.40-1.60	39.5	14.8	22	CL	A-6 (12)	-	-
Km. 85+557	C-441	M-01	0.01-0.20	29.5	NP	14	GM	A-1-b (0)	6.67	Humedad mayor al OCH
Km. 85+757	C-442	M-01	0.01-0.30	46.3	13.4	5	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 85+957	C-443	M-01	0.01-1.50	45.9	14.7	7	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 86+157	C-444	M-01	0.01-1.60	53.9	17.4	16	GM	A-7-5 (6)	-	-
Km. 86+357	C-445	M-01	0.01-0.80	28.8	NP	11	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 86+557	C-446	M-01	0.01-1.50	30.7	NP	15	GM	A-1-b (0)	6.94	Humedad mayor al OCH
Km. 86+757	C-447	M-01	0.01-1.70	23.8	NP	11	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 86+957	C-448	M-01	0.01-0.20	47.2	14.9	6	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 86+957	C-448	M-02	0.20-0.90	39.4	12	8	GM	A-2-6 (0)	-	-
Km. 87+157	C-449	M-01	0.01-1.80	44.2	12.1	6	SM	A-7-5 (1)	-	-
Km. 87+357	C-450	M-01	0.01-1.60	48.3	19.4	6	SM	A-2-7 (2)	-	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASTHO		
Km. 87+557	C-451	M-01	0.01-1.50	41.2	16.9	9	GC	A-7-6 (2)	-	-
Km. 87+757	C-452	M-01	0.01-0.50	23.3	NP	5	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 87+957	C-453	M-01	0.01-0.30	47.1	13.5	11	SM	A-7-5 (1)	-	-
Km. 88+157	C-454	M-01	0.01-1.50	21.7	NP	8	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 88+357	C-455	M-01	0.01-0.30	45.3	11.4	9	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 88+357	C-455	M-02	0.30-1.80	43.6	14.9	3	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 88+557	C-456	M-01	0.01-1.50	38.2	11.3	8	GM	A-6 (1)	-	-
Km. 88+757	C-457	M-01	0.01-1.00	22.2	NP	4	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 88+757	C-457	M-02	1.00-1.80	38.9	12.7	3	SM	A-2-6 (0)	-	-
Km. 88+957	C-458	M-01	0.01-0.50	46.2	16.1	9	SM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 89+157	C-459	M-01	0.01-0.50	19.5	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 89+357	C-460	M-01	0.01-1.60	23.7	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 89+557	C-461	M-01	0.01-1.60	17.8	NP	7	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 89+757	C-462	M-01	0.01-1.60	37.9	11.7	7	GM	A-2-6 (0)	-	-
Km. 89+957	C-463	M-01	0.01-1.60	49.3	16.7	9	SM	A-7-5 (3)	-	-
Km. 90+157	C-464	M-01	0.01-1.60	22.4	NP	11	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 90+357	C-465	M-01	0.01-1.60	25.3	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 90+557	C-466	M-01	0.01-1.60	19.9	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 90+757	C-467	M-01	0.01-1.70	22.7	NP	47	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 90+957	C-468	M-01	0.01-0.30	52.1	15.9	12	SM	A-7-5 (4)	-	-
Km. 90+957	C-468	M-02	0.30-1.90	37.3	10.4	9	GM	A-6 (1)	-	-
Km. 91+157	C-469	M-01	0.01-0.50	43.2	12.6	7	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 91+357	C-470	M-01	0.00-1.60	21.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 91+557	C-471	M-01	0.00-1.70	22.4	NP	6	GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 91+757	C-472	M-01	0.00-1.55	24.2	NP	23	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 91+957	C-473	M-01	0.01-1.50	22.7	NP	2	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 92+157	C-474	M-01	0.01-1.50	22.6	NP	12	SP-SM	A-1-a (0)	-	-
Km. 92+357	C-475	M-01	0.01-1.50	51.2	16.3	11	SM	A-7-5 (4)	-	-
Km. 92+557	C-476	M-01	0.01-1.70	24.6	NP	10	GM	A-1-b (0)	0.93	Humedad mayor al OCH
Km. 92+757	C-477	M-01	0.01-1.50	46.4	13.5	9	GM	A-7-5 (1)	-	-
Km. 92+957	C-478	M-01	0.01-1.50	21.3	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 93+157	C-479	M-01	0.01-0.20	28.8	NP	5	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 93+157	C-479	M-02	0.20-1.50	18.9	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 93+357	C-480	M-01	0.01-0.70	25.5	NP	8	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 93+357	C-480	M-02	0.70-1.50	23.3	NP	7	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 93+557	C-481	M-01	0.01-1.00	20.2	NP	6	GW-GM	A-1-a (0)	-	-
Km. 93+757	C-482	M-01	0.01-1.50	49.1	15.5	8	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 93+957	C-483	M-01	0.01-1.50	24.1	NP	9	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 94+157	C-484	M-01	0.01-1.70	28.5	NP	10	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 94+357	C-485	M-01	0.01-0.40	50.2	16.6	12	GM	A-7-5 (3)	-	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASTHO		
Km. 94+357	C-485	M-02	0.40-1.80	21	NP	13	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 94+557	C-486	M-01	0.01-1.50	37.3	7.2	5	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 94+757	C-487	M-01	0.01-1.65	48.2	18.5	10	SM	A-7-6 (2)	-	-
Km. 94+957	C-488	M-01	0.01-2.00	44.5	8.6	13	ML	A-5 (5)	-	-
Km. 95+157	C-489	M-01	0.00-0.80	59.3	22.5	16	MH	A-7-5 (11)	-	-
Km. 95+157	C-489	M-02	0.80-2.00	43	8.2	14	ML	A-5 (3)	-	-
Km. 95+357	C-490	M-01	0.01-0.50	26.6	NP	19	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 95+557	C-491	M-01	0.01-1.60	23.7	NP	9	GP-GM	A-1-a (0)	0.03	Humedad mayor al OCH
Km. 95+757	C-492	M-01	0.00-1.80	30.5	3.4	8	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 95+957	C-493	M-01	0.01-1.00	26	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 96+157	C-494	M-01	0.00-0.40	47.9	13.7	9	SM	A-7-5 (1)	-	-
Km. 96+157	C-494	M-02	0.40-1.50	40.8	11.7	15	SM	A-7-6 (3)	-	-
Km. 96+357	C-495	M-01	0.00-1.60	24.6	NP	4	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 96+557	C-496	M-01	0.01-1.50	35.9	NP	14	GM	A-2-4 (0)	6.70	Humedad mayor al OCH
Km. 96+757	C-497	M-01	0.01-1.00	48.2	20.3	8	GM	A-2-7 (2)	-	-
Km. 96+757	C-497	M-02	1.00-1.80	37.3	12.6	9	GM	A-6 (1)	-	-
Km. 96+957	C-498	M-01	0.00-1.30	25.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 97+157	C-499	M-01	0.00-1.50	24.1	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 97+357	C-500	M-01	0.01-2.10	24.6	NP	11	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 97+557	C-501	M-01	0.01-1.80	30	6.2	10	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 97+757	C-502	M-01	0.00-1.50	20.6	NP	4	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 97+957	C-503	M-01	0.01-2.10	22.9	NP	14	ML	A-4 (0)	-	-
Km. 98+157	C-504	M-01	0.01-0.40	21.2	NP	13	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 98+357	C-505	M-01	0.01-0.70	20.5	NP	29	ML	A-4 (0)	-	-
Km. 98+557	C-506	M-01	0.00-1.20	20.7	NP	9	GM	A-1-b (0)	-	-
Km. 98+757	C-507	M-01	0.001.55	20.4	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 98+957	C-508	M-01	0.01-1.60	23.1	NP	8	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 99+157	C-509	M-01	0.01-1.70	21.2	NP	15	ML	A-4 (0)	-	-
Km. 99+357	C-510	M-01	0.01-1.65	18.6	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 99+557	C-511	M-01	0.01-1.60	32.8	NP	15	GM	A-2-4 (0)	3.42	Humedad mayor al OCH
Km. 99+757	C-512	M-01	0.01-1.60	40.2	19.5	12	CL	A-7-6 (9)	-	-
Km. 99+957	C-513	M-01	0.01-1.60	23.9	NP	16	ML	A-4 (0)	-	-
Km. 100+157	C-514	M-01	0.01-1.20	24.8	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 100+357	C-515	M-01	0.00-2.20	23.3	NP	3	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 100+557	C-516	M-01	0.01-1.70	27.9	8.2	13	CL	A-4 (2)	-	-
Km. 100+757	C-517	M-01	0.01-1.50	52.4	16.2	4	SM	A-7-5 (4)	-	-
Km. 100+957	C-518	M-01	0.01-1.90	49.2	15.6	5	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 101+157	C-519	M-01	0.01-1.60	20.8	NP	3	GM	A-4 (0)	-	-
Km. 101+357	C-520	M-01	0.00-1.80	40.9	11.6	4	GM	A-2-7 (0)	-	-
Km. 101+557	C-521	M-01	0.01-1.60	35.5	NP	18	GM	A-2-4 (0)	5.74	Humedad mayor al OCH

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural%	Clasificación		W-OCH (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 101+757	C-522	M-01	0.01-0.60	47.5	16.6	9	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 101+957	C-523	M-01	0.01-1.60	27	NP	5	SM	A-4 (0)	-	-
Km. 102+157	C-524	M-01	0.01-1.70	43.9	13.8	12	SM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 102+357	C-525	M-01	0.01-0.15	18.1	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 102+557	C-526	M-01	0.00-1.50	28.4	NP	8	SM	A-1-b (0)	-	-
Km. 102+757	C-527	M-01	0.01-1.50	49.1	13.6	12	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 102+957	C-528	M-01	0.01-0.30	46.2	16.7	11	GM	A-2-7 (1)	-	-
Km. 102+957	C-528	M-02	0.30-1.80	40.1	13.3	32	ML	A-7-6 (14)	-	-
Km. 103+157	C-529	M-01	0.01-0.60	21.9	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-	-
Km. 103+357	C-530	M-01	0.00-0.40	49.2	18.5	6	GM	A-7-5 (2)	-	-
Km. 103+357	C-530	M-02	0.40-2.00	36.9	13.7	6	SC	A-6 (2)	-	-
Km. 103+557	C-531	M-01	0.00-1.60	37.6	7	11	SM	A-2-4 (0)	-	-

d) Criterio de contenido de humedad del suelo y el límite líquido:

En este criterio se observa los sectores en donde el contenido de humedad supera el valor del límite líquido, en dichos sectores se procederá a realizar un trabajo de mejoramiento.

Tabla 10 Criterio de Humedad y el Límite Líquido

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 52+557	C-276	M-01	0.01-2.00	27.6	8.9	15	CL	A-4 (2)	-12.11	-
Km. 52+757	C-277	M-01	0.01-0.20	23.9	1.7	9	GM	A-2-4 (0)	-14.91	-
Km. 52+957	C-278	M-01	0.01-0.40	24.3	4	12	ML-CL	A-4 (2)	-12.17	-
Km. 53+357	C-279	M-01	0.01-1.00	36.5	6.9	10	GM	A-2-4 (0)	-1.06	-
Km. 53+158	C-279 ^a	M-01	0.01-1.50	17.5	5.6	16	ML-CL	A-4 (0)	-27.00	-
Km. 53+557	C-280	M-01	0.01-0.60	29.1	6.7	11	GM	A-2-4 (0)	-18.22	-
Km. 53+757	C-281	M-01	0.01-0.50	28.1	5	12	GM	A-2-4 (0)	-15.97	-
Km. 53+957	C-282	M-01	0.01-1.80	18	4.5	13	ML-CL	A-4 (0)	-5.40	-
Km. 54+157	C-283	M-01	0.01-0.80	25.3	4	17	SM-SC	A-2-4 (0)	-8.13	-
Km. 54+357	C-284	M-01	0.01-0.50	23	3.9	12	ML	A-4 (2)	-11.06	-
Km. 54+557	C-285	M-01	0.01-0.50	25.8	6.8	10	GM-GC	A-2-4 (0)	-15.33	-
Km. 54+757	C-286	M-01	0.01-0.30	24.4	7.3	18	GC	A-2-4 (0)	-6.48	-
Km. 54+957	C-287	M-01	0.01-0.40	26.8	8.7	12	GC	A-2-4 (0)	-15.30	-
Km. 55+157	C-288	M-01	0.01-1.80	39.5	11	21	ML	A-6 (8)	-18.10	-
Km. 55+357	C-289	M-01	0.01-0.30	27	6	24	ML-CL	A-4 (2)	-3.45	-
Km. 55+357	C-289	M-02	0.30-1.50	25.5	7.6	21	CL	A-4 (3)	-4.35	-
Km. 55+557	C-290	M-01	0.01-1.60	25.6	5.8	8	ML-CL	A-4 (2)	-17.74	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 55+757	C-291	M-01	0.01-0.20	27.8	7.8	17	CL	A-4 (2)	-10.50	-
Km. 55+957	C-292	M-01	0.01-0.20	28.3	6.3	10	GM-GC	A-2-4 (0)	-18.44	-
Km. 56+157	C-293	M-01	0.01-1.20	29.1	5.8	15	SM	A-4 (0)	-14.18	-
Km. 56+357	C-294	M-01	0.01-1.80	28.9	7.8	18	CL	A-4 (2)	-11.10	-
Km. 56+557	C-295	M-01	0.01-1.90	28.3	5.5	18	ML	A-4 (3)	-10.11	-
Km. 56+757	C-296	M-01	0.01-0.30	27.2	5.5	10	GP-GC	A-1-a (0)	-17.52	-
Km. 56+957	C-297	M-01	0.01-0.70	23.2	NP	11	GM	A-1-a (0)	-12.55	-
Km. 57+157	C-298	M-01	0.01-1.50	36.2	8.3	18	GM	A-2-4 (0)	-18.28	-
Km. 57+357	C-299	M-01	0.01-0.20	24.8	NP	7	GM	A-1-b (0)	-17.67	-
Km. 57+557	C-300	M-01	0.01-0.20	25.3	NP	7	GM	A-1-a (0)	-18.20	-
Km. 57+757	C-301	M-01	0.01-0.30	25.2	5.7	6	GM-GC	A-1-b (0)	-18.80	-
Km. 57+957	C-302	M-01	0.01-0.40	31.5	5.8	13	GP-GM	A-1-a (0)	-18.07	-
Km. 58+157	C-303	M-01	0.01-0.20	25.9	NP	9	GM	A-1-a (0)	-16.59	-
Km. 58+357	C-304	M-01	0.01-1.80	25.2	7.9	18	CL	A-4 (2)	-7.14	-
Km. 58+557	C-305	M-01	0.01-1.60	54.6	15.3	23	SM	A-7-5 (4)	-31.14	-
Km. 58+757	C-306	M-01	0.01-1.70	29.5	6.3	7	GM	A-2-4 (0)	-22.73	-
Km. 58+957	C-307	M-01	0.01-0.20	19.6	NP	4	GP-GM	A-1-a (0)	-15.14	-
Km. 59+157	C-308	M-01	0.01-1.50	33.5	11.2	17	SC	A-6 (2)	-16.76	-
Km. 59+357	C-309	M-01	0.01-0.20	29.1	11.2	14	GC	A-6 (2)	-15.05	-
Km. 59+357	C-309	M-02	0.20-2.40	21.3	NP	12	SM	A-4 (0)	-8.93	-
Km. 59+557	C-310	M-01	0.01-1.60	32.1	11.3	22	CL	A-6 (5)	-9.66	-
Km. 59+757	C-311	M-01	0.01-0.20	36.2	6.6	13	SM	A-4 (1)	-23.47	-
Km. 59+757	C-311	M-02	0.20-1.60	32.8	4.3	14	SM	A-4 (0)	-18.48	-
Km. 59+957	C-312	M-01	0.01-1.50	35.1	3.1	14	SM	A-2-4 (0)	-20.82	-
Km. 60+157	C-313	M-01	0.01-1.80	32.3	1.1	17	SM	A-4 (0)	-15.30	-
Km. 60+357	C-314	M-01	0.01-0.30	26.7	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-20.37	-
Km. 60+557	C-315	M-01	0.01-0.50	33.9	NP	4	GM	A-1-b (0)	-30.10	-
Km. 60+757	C-316	M-01	0.01-0.30	23.1	NP	27	SM	A-4 (0)	4.34	Mejoramiento
Km. 60+757	C-316	M-02	0.30-1.70	28.9	6.5	10	SM-SC	A-4 (0)	-19.00	-
Km. 60+957	C-317	M-01	0.01-0.30	20.4	NP	8	SM	A-4 (0)	-12.06	-
Km. 60+957	C-317	M-02	0.30-1.60	23.5	NP	20	ML	A-4 (0)	-3.37	-
Km. 61+157	C-318	M-01	0.01-0.30	38.6	5	15	GM	A-4 (0)	-23.22	-
Km. 61+157	C-318	M-02	0.30-1.70	29.5	7.1	13	GC	A-2-4 (0)	-16.50	-
Km. 61+357	C-319	M-01	0.01-1.50	28.1	11.2	11	GC	A-2-6 (0)	-17.52	-
Km. 61+557	C-320	M-01	0.01-1.50	34.8	9.3	18	ML	A-4 (4)	-16.99	-
Km. 61+757	C-321	M-01	0.01-1.50	24.9	0.1	15	SM	A-4 (0)	-10.12	-
Km. 61+957	C-322	M-01	0.01-1.80	22.1	NP	11	SM	A-4 (0)	-11.06	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 62+157	C-324	M-01	0.01-2.00	39.5	9.7	31	GM	A-2-4 (0)	-8.65	-
Km. 62+357	C-325	M-01	0.01-2.10	21.2	NP	7	SM	A-4 (0)	-14.62	-
Km. 62+557	C-326	M-01	0.01-2.10	30.7	NP	7	SM	A-2-4 (0)	-23.80	-
Km. 62+757	C-327	M-01	0.01-1.50	35.9	6.4	7	GM	A-2-4 (0)	-28.72	-
Km. 62+957	C-328	M-01	0.01-0.30	17.2	NP	12	SM	A-1-b (0)	-4.80	-
Km. 62+957	C-328	M-02	0.30-1.60	19.8	NP	16	SM	A-2-4 (0)	-4.03	-
Km. 63+157	C-329	M-01	0.01-0.30	26.3	5.8	10	SM-SC	A-4 (0)	-16.10	-
Km. 63+357	C-330	M-01	0.01-2.00	31.6	NP	6	GM	A-1-a (0)	-26.08	-
Km. 63+557	C-331	M-01	0.01-0.20	31.7	NP	8	SM	A-1-b (0)	-24.19	-
Km. 63+557	C-331	M-02	0.20-2.10	27.9	5.4	11	SM	A-4 (0)	-17.30	-
Km. 63+757	C-332	M-01	0.01-2.30	34.9	11.4	13	CL	A-6 (5)	-21.46	-
Km. 63+957	C-333	M-01	0.01-2.00	28.4	1.4	8	ML	A-4 (0)	-20.84	-
Km. 64+157	C-334	M-01	0.01-1.60	51.7	18.9	18	SM	A-7-5 (5)	-34.17	-
Km. 64+357	C-335	M-01	0.01-0.20	32.1	1.7	13	GM	A-2-4 (0)	-19.32	-
Km. 64+357	C-335	M-02	0.20-1.80	29.2	4.4	27	ML	A-4 (1)	-1.85	-
Km. 64+557	C-336	M-01	0.01-0.40	38.6	10.5	20	ML	A-6 (4)	-18.13	-
Km. 64+557	C-336	M-02	0.40-2.00	20.3	NP	8	GM	A-1-b (0)	-12.03	-
Km. 64+757	C-337	M-01	0.01-2.20	34.6	9.5	13	ML	A-4 (3)	-21.59	-
Km. 64+957	C-338	M-01	0.01-0.30	24.8	NP	3	GP-GM	A-1-a (0)	-21.76	-
Km. 64+957	C-338	M-02	0.30-1.50	39.4	8.7	4	GM	A-2-4 (0)	-35.60	-
Km. 65+157	C-339	M-01	0.01-1.50	23.9	2.1	7	GM	A-2-4 (0)	-17.10	-
Km. 65+357	C-340	M-01	0.01-1.10	39.4	8.1	14	SM	A-4 (1)	-25.57	-
Km. 65+557	C-341	M-01	0.01-1.50	26.2	NP	20	GM	A-1-a (0)	-6.42	-
Km. 65+757	C-342	M-01	0.01-0.20	19.2	NP	11	GM	A-2-4 (0)	-7.85	-
Km. 65+757	C-342	M-02	0.20-2.00	20.2	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-11.26	-
Km. 65+957	C-343	M-01	0.01-0.30	25.8	NP	4	SM	A-1-a (0)	-21.65	-
Km. 66+157	C-344	M-01	0.01-1.50	28.9	8.1	4	GW-GC	A-2-4 (0)	-25.27	-
Km. 66+357	C-345	M-01	0.01-1.50	35.7	3.3	8	GM	A-1-b (0)	-27.90	-
Km. 66+557	C-346	M-01	0.01-0.50	23.3	NP	4	GM	A-1-a (0)	-19.19	-
Km. 66+757	C-347	M-01	0.01-0.30	27.1	NP	7	GM	A-1-b (0)	-20.21	-
Km. 66+957	C-348	M-01	0.01-1.50	44.7	13.8	4	GM	A-2-7 (1)	-40.34	-
Km. 67+157	C-349	M-01	0.01-1.60	29.1	NP	11	SM	A-2-4 (0)	-18.52	-
Km. 67+357	C-350	M-01	0.01-1.50	24.8	NP	10	SM	A-4 (0)	-14.50	-
Km. 67+557	C-351	M-01	0.01-1.50	28.4	4.1	9	GM	A-2-4 (0)	-19.70	-
Km. 67+757	C-352	M-01	0.01-1.55	29.9	8.3	13	SC	A-4 (1)	-17.28	-
Km. 67+957	C-353	M-01	0.01-1.50	27.5	NP	5	SM	A-4 (0)	-22.40	-
Km. 68+157	C-354	M-01	0.01-1.90	51.9	23.3	15	SC	A-7-6 (6)	-37.31	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 68+357	C-355	M-01	0.01-1.65	42.3	8.2	13	SM	A-2-5 (0)	-29.47	-
Km. 68+557	C-356	M-01	0.01-1.50	21.7	NP	9	GM	A-1-b (0)	-12.25	-
Km. 68+757	C-357	M-01	0.01-1.70	44.9	14	6	GM	A-2-7 (1)	-38.58	-
Km. 68+957	C-358	M-01	0.01-0.20	17	NP	17	GM	A-1-b (0)	0.20	Mejoramiento
Km. 68+957	C-358	M-02	0.20-1.80	42.9	7.2	3	GM	A-2-5 (0)	-39.97	-
Km. 69+157	C-359	M-01	0.01-1.50	35.9	3.4	8	GM	A-1-b (0)	-27.79	-
Km. 69+357	C-360	M-01	0.01-1.00	23.6	NP	5	GM	A-1-a (0)	-18.45	-
Km. 69+557	C-361	M-01	0.01-1.00	22.2	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-15.30	-
Km. 69+757	C-362	M-01	0.01-1.70	16.7	NP	10	SM	A-1-b (0)	-7.11	-
Km. 69+957	C-363	M-01	0.01-1.60	44.2	13.2	8	GM	A-2-7 (0)	-36.11	-
Km. 70+157	C-364	M-01	0.01-1.00	22.2	NP	16	SM	A-2-4 (0)	-5.76	-
Km. 70+357	C-365	M-01	0.01-0.20	24.2	NP	4	SM	A-1-b (0)	-19.75	-
Km. 70+357	C-365	M-02	0.20-1.90	28.7	NP	4	SM	A-1-b (0)	-24.75	-
Km. 70+557	C-366	M-01	0.01-1.60	23.2	NP	4	GM	A-1-a (0)	-19.58	-
Km. 70+757	C-367	M-01	0.01-1.60	43.2	11.5	4	GM	A-2-7 (0)	-38.82	-
Km. 70+957	C-368	M-01	0.01-1.30	28.1	NP	9	SM	A-4 (0)	-19.17	-
Km. 71+157	C-369	M-01	0.01-1.60	28.3	NP	10	GW	A-1-a (0)	-18.79	-
Km. 71+357	C-370	M-01	0.01-1.80	41.2	7.1	5	SM	A-2-5 (0)	-36.38	-
Km. 71+557	C-371	M-01	0.01-0.50	25.9	5.7	4	GP-GC	A-1-a (0)	-22.37	-
Km. 71+757	C-372	M-01	0.01-1.60	46.9	14.4	6	GM	A-2-7 (1)	-40.84	-
Km. 71+957	C-373	M-01	0.01-0.10	22.3	NP	6	SW-SM	A-1-a (0)	-16.13	-
Km. 72+157	C-374	M-01	0.01-1.80	33.4	5.3	10	SM	A-2-4 (0)	-23.25	-
Km. 72+357	C-375	M-01	0.01-0.50	24	NP	18	SM	A-4 (0)	-6.25	-
Km. 72+357	C-375	M-02	0.50-1.75	37.9	14.5	8	GC	A-2-6 (0)	-30.24	-
Km. 72+557	C-376	M-01	0.01-1.80	40.1	12.6	10	GM	A-2-7 (0)	-30.30	-
Km. 72+757	C-377	M-01	0.01-1.10	25.3	1.7	4	GM	A-1-b (0)	-20.82	-
Km. 72+957	C-378	M-01	0.01-1.50	24.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-16.65	-
Km. 73+157	C-379	M-01	0.01-1.40	20.2	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-12.70	-
Km. 73+357	C-380	M-01	0.01-1.50	24.2	NP	12	GM	A-1-b (0)	-12.64	-
Km. 73+557	C-381	M-01	0.01-1.60	24.8	NP	6	GM	A-1-a (0)	-18.67	-
Km. 73+757	C-382	M-01	0.01-0.20	24.2	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-18.52	-
Km. 73+757	C-382	M-02	0.20-1.70	21.3	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-14.28	-
Km. 73+957	C-383	M-01	0.01-0.20	24.5	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-18.64	-
Km. 73+957	C-383	M-02	0.20-1.55	22.6	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-17.26	-
Km. 74+157	C-384	M-01	0.01-1.80	42.6	13	9	SM	A-2-7 (0)	-33.17	-
Km. 74+357	C-385	M-01	0.01-1.70	16.4	NP	10	SM	A-1-b (0)	-6.65	-
Km. 74+557	C-386	M-01	0.01-1.80	15.1	NP	8	GP-GM	A-1-b (0)	-7.35	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 74+757	C-387	M-01	0.01-2.50	64	25.1	15	MH	A-7-5 (17)	-48.82	-
Km. 74+957	C-388	M-01	0.01-0.60	16.6	NP	5	GP-GM	A-1-a (0)	-11.56	-
Km. 75+157	C-389	M-01	0.01-1.60	44.1	12.4	2	GM	A-2-7 (0)	-41.96	-
Km. 75+357	C-390	M-01	0.01-1.65	21.5	NP	6	GM	A-4 (0)	-15.20	-
Km. 75+557	C-391	M-01	0.01-2.00	32	NP	22	ML	A-4 (0)	-9.78	-
Km. 75+757	C-392	M-01	0.01-0.20	21.6	NP	8	SM	A-2-4 (0)	-13.52	-
Km. 75+757	C-392	M-02	0.20-2.40	35.7	4.5	16	SM	A-4 (0)	-20.10	-
Km. 75+957	C-393	M-01	0.01-0.20	23.5	NP	16	SM	A-4 (0)	-7.38	-
Km. 75+957	C-393	M-02	0.20-2.10	32.1	7.4	11	SM	A-2-4 (0)	-20.62	-
Km. 76+157	C-394	M-01	0.01-1.70	42.5	13.3	5	GM	A-2-7 (0)	-37.07	-
Km. 76+357	C-395	M-01	0.01-1.80	26.1	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-17.03	-
Km. 76+557	C-396	M-01	0.01-1.90	20	NP	10	GM	A-1-b (0)	-9.56	-
Km. 76+557	C-396	M-02	1.90-2.10	33.2	8.3	11	ML	A-4 (2)	-22.27	-
Km. 76+757	C-397	M-01	0.01-1.50	25	NP	4	GM	A-2-4 (0)	-21.42	-
Km. 76+957	C-398	M-01	0.01-0.50	31.8	7.4	7	SM	A-2-4 (0)	-25.05	-
Km. 77+157	C-399	M-01	0.00-1.60	21	NP	9	SM	A-4 (0)	-11.81	-
Km. 77+357	C-400	M-01	0.01-1.85	22.6	NP	9	GM	A-4 (0)	-13.74	-
Km. 77+557	C-401	M-01	0.01-0.30	21.2	NP	6	GM	A-1-a (0)	-15.65	-
Km. 77+757	C-402	M-01	0.01-1.00	24.4	NP	16	GM	A-2-4 (0)	-8.59	-
Km. 77+957	C-403	M-01	0.01-1.65	24.4	2.9	9	SM	A-2-4 (0)	-15.61	-
Km. 78+157	C-404	M-01	0.01-1.60	23.8	NP	5	GM	A-4 (0)	-19.23	-
Km. 78+357	C-405	M-01	0.01-1.90	25.3	NP	8	SM	A-4 (0)	-17.51	-
Km. 78+557	C-406	M-01	0.01-1.40	22.1	NP	7	GW-GM	A-1-a (0)	-14.62	-
Km. 78+757	C-407	M-01	0.01-1.20	44.8	12.6	6	SM	A-2-7 (0)	-39.09	-
Km. 78+957	C-408	M-01	0.01-1.60	47.9	15.7	8	GM	A-7-5 (2)	-39.70	-
Km. 79+157	C-409	M-01	0.01-1.60	58	20.1	9	MH	A-7-5 (10)	-48.88	-
Km. 79+357	C-410	M-01	0.01-0.90	42.9	11.2	11	GM	A-2-7 (0)	-32.02	-
Km. 79+557	C-411	M-01	0.01-0.90	23.1	NP	9	GM	A-1-b (0)	-13.95	-
Km. 79+757	C-412	M-01	0.01-1.80	24.6	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-19.67	-
Km. 79+957	C-413	M-01	0.01-0.40	27.2	NP	9	GM	A-2-4 (0)	-18.62	-
Km. 80+157	C-414	M-01	0.01-0.20	52.9	19	13	GM	A-7-5 (5)	-39.90	-
Km. 80+357	C-415	M-01	0.01-0.40	16.9	NP	4	GM	A-1-a (0)	-12.74	-
Km. 80+557	C-416	M-01	0.01-1.50	32.5	6.2	10	GM	A-2-4 (0)	-22.70	-
Km. 80+757	C-417	M-01	0.01-0.20	27.5	NP	5	GM	A-1-b (0)	-22.97	-
Km. 80+957	C-418	M-01	0.01-0.30	29.5	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-24.91	-
Km. 81+157	C-419	M-01	0.01-1.50	37.8	6.9	9	SM	A-2-4 (0)	-28.48	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 81+357	C-420	M-01	0.01-0.30	21.3	NP	10	SM	A-4 (0)	-11.23	-
Km. 81+557	C-421	M-01	0.01-1.50	25.8	5.7	8	SM	A-4 (0)	-18.30	-
Km. 81+757	C-422	M-01	0.01-1.50	27.1	NP	8	SM	A-4 (0)	-19.24	-
Km. 81+957	C-423	M-01	0.01-1.50	36.2	9.8	6	GM	A-2-4 (0)	-30.26	-
Km. 82+157	C-424	M-01	0.01-1.80	35.9	10.3	8	SP-SM	A-2-6 (0)	-28.37	-
Km. 82+357	C-425	M-01	0.01-1.50	24.1	NP	13	SM	A-4 (0)	-11.24	-
Km. 82+557	C-426	M-01	0.01-0.50	31.8	7.7	10	SM	A-4 (0)	-21.70	-
Km. 82+757	C-427	M-01	0.01-1.60	42.9	13.4	6	GM	A-2-7 (0)	-36.46	-
Km. 82+957	C-428	M-01	0.01-0.15	16.9	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-9.66	-
Km. 83+157	C-429	M-01	0.01-0.20	20.4	NP	8	SM	A-4 (0)	-12.79	-
Km. 83+157	C-429	M-02	0.20-1.70	35.6	11.5	10	SM	A-4 (1)	-25.90	-
Km. 83+357	C-430	M-01	0.01-1.50	43.2	15.7	19	SM	A-7-6 (5)	-24.27	-
Km. 83+557	C-431	M-01	0.01-1.50	33.3	7	13	SM	A-4 (1)	-20.31	-
Km. 83+757	C-432	M-01	0.01-1.50	45.1	13.9	16	GM	A-2-7 (0)	-28.69	-
Km. 83+957	C-433	M-01	0.01-0.60	52.7	18.8	13	SM	A-7-5 (6)	-39.38	-
Km. 84+157	C-434	M-01	0.01-2.00	29.4	NP	21	SM	A-2-4 (0)	-8.29	-
Km. 84+357	C-435	M-01	0.01-0.50	17.1	NP	2	GM	A-1-a (0)	-14.64	-
Km. 84+557	C-436	M-01	0.01-0.20	20.8	NP	9	SM	A-4 (0)	-11.73	-
Km. 84+557	C-436	M-02	0.20-2.00	21.8	NP	2	GM	A-1-a (0)	-19.98	-
Km. 84+757	C-437	M-01	0.01-0.30	20.4	NP	10	SM	A-2-4 (0)	-10.62	-
Km. 84+957	C-438	M-01	0.01-0.20	23.9	NP	10	SM	A-2-4 (0)	-13.98	-
Km. 85+157	C-439	M-01	0.01-1.20	32.2	7.9	13	SM	A-2-4 (0)	-19.45	-
Km. 85+357	C-440	M-01	0.01-0.40	64.5	27.7	11	MH	A-7-5 (20)	-53.95	-
Km. 85+357	C-440	M-02	0.40-1.60	39.5	14.8	22	CL	A-6 (12)	-17.02	-
Km. 85+557	C-441	M-01	0.01-0.20	29.5	NP	14	GM	A-1-b (0)	-15.43	-
Km. 85+757	C-442	M-01	0.01-0.30	46.3	13.4	5	GM	A-2-7 (1)	-40.99	-
Km. 85+957	C-443	M-01	0.01-1.50	45.9	14.7	7	GM	A-2-7 (1)	-39.38	-
Km. 86+157	C-444	M-01	0.01-1.60	53.9	17.4	16	GM	A-7-5 (6)	-38.16	-
Km. 86+357	C-445	M-01	0.01-0.80	28.8	NP	11	GM	A-4 (0)	-17.80	-
Km. 86+557	C-446	M-01	0.01-1.50	30.7	NP	15	GM	A-1-b (0)	-15.76	-
Km. 86+757	C-447	M-01	0.01-1.70	23.8	NP	11	SM	A-2-4 (0)	-12.91	-
Km. 86+957	C-448	M-01	0.01-0.20	47.2	14.9	6	GM	A-7-5 (2)	-40.82	-
Km. 86+957	C-448	M-02	0.20-0.90	39.4	12	8	GM	A-2-6 (0)	-31.30	-
Km. 87+157	C-449	M-01	0.01-1.80	44.2	12.1	6	SM	A-7-5 (1)	-37.78	-
Km. 87+357	C-450	M-01	0.01-1.60	48.3	19.4	6	SM	A-2-7 (2)	-42.02	-
Km. 87+557	C-451	M-01	0.01-1.50	41.2	16.9	9	GC	A-7-6 (2)	-32.70	-
Km. 87+757	C-452	M-01	0.01-0.50	23.3	NP	5	GM	A-4 (0)	-17.84	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 87+957	C-453	M-01	0.01-0.30	47.1	13.5	11	SM	A-7-5 (1)	-36.39	-
Km. 88+157	C-454	M-01	0.01-1.50	21.7	NP	8	GM	A-4 (0)	-13.72	-
Km. 88+357	C-455	M-01	0.01-0.30	45.3	11.4	9	GM	A-2-7 (0)	-35.89	-
Km. 88+357	C-455	M-02	0.30-1.80	43.6	14.9	3	GM	A-2-7 (1)	-40.92	-
Km. 88+557	C-456	M-01	0.01-1.50	38.2	11.3	8	GM	A-6 (1)	-30.40	-
Km. 88+757	C-457	M-01	0.01-1.00	22.2	NP	4	GM	A-1-b (0)	-18.43	-
Km. 88+757	C-457	M-02	1.00-1.80	38.9	12.7	3	SM	A-2-6 (0)	-36.23	-
Km. 88+957	C-458	M-01	0.01-0.50	46.2	16.1	9	SM	A-2-7 (1)	-37.48	-
Km. 89+157	C-459	M-01	0.01-0.50	19.5	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-12.20	-
Km. 89+357	C-460	M-01	0.01-1.60	23.7	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-14.98	-
Km. 89+557	C-461	M-01	0.01-1.60	17.8	NP	7	GM	A-1-b (0)	-10.93	-
Km. 89+757	C-462	M-01	0.01-1.60	37.9	11.7	7	GM	A-2-6 (0)	-30.85	-
Km. 89+957	C-463	M-01	0.01-1.60	49.3	16.7	9	SM	A-7-5 (3)	-40.70	-
Km. 90+157	C-464	M-01	0.01-1.60	22.4	NP	11	GM	A-4 (0)	-11.22	-
Km. 90+357	C-465	M-01	0.01-1.60	25.3	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-17.13	-
Km. 90+557	C-466	M-01	0.01-1.60	19.9	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-10.50	-
Km. 90+757	C-467	M-01	0.01-1.70	22.7	NP	47	GM	A-4 (0)	24.23	Mejoramiento
Km. 90+957	C-468	M-01	0.01-0.30	52.1	15.9	12	SM	A-7-5 (4)	-40.03	-
Km. 90+957	C-468	M-02	0.30-1.90	37.3	10.4	9	GM	A-6 (1)	-28.50	-
Km. 91+157	C-469	M-01	0.01-0.50	43.2	12.6	7	GM	A-2-7 (0)	-36.39	-
Km. 91+357	C-470	M-01	0.00-1.60	21.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-13.13	-
Km. 91+557	C-471	M-01	0.00-1.70	22.4	NP	6	GM	A-1-a (0)	-16.25	-
Km. 91+757	C-472	M-01	0.00-1.55	24.2	NP	23	GM	A-4 (0)	-1.67	-
Km. 91+957	C-473	M-01	0.01-1.50	22.7	NP	2	GM	A-1-b (0)	-20.83	-
Km. 92+157	C-474	M-01	0.01-1.50	22.6	NP	12	SP-SM	A-1-a (0)	-10.70	-
Km. 92+357	C-475	M-01	0.01-1.50	51.2	16.3	11	SM	A-7-5 (4)	-40.70	-
Km. 92+557	C-476	M-01	0.01-1.70	24.6	NP	10	GM	A-1-b (0)	-14.35	-
Km. 92+757	C-477	M-01	0.01-1.50	46.4	13.5	9	GM	A-7-5 (1)	-37.00	-
Km. 92+957	C-478	M-01	0.01-1.50	21.3	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-15.40	-
Km. 93+157	C-479	M-01	0.01-0.20	28.8	NP	5	SM	A-4 (0)	-23.35	-
Km. 93+157	C-479	M-02	0.20-1.50	18.9	NP	5	GM	A-2-4 (0)	-14.40	-
Km. 93+357	C-480	M-01	0.01-0.70	25.5	NP	8	GM	A-4 (0)	-17.80	-
Km. 93+357	C-480	M-02	0.70-1.50	23.3	NP	7	GM	A-4 (0)	-16.40	-
Km. 93+557	C-481	M-01	0.01-1.00	20.2	NP	6	GM	A-1-a (0)	-14.60	-
Km. 93+757	C-482	M-01	0.01-1.50	49.1	15.5	8	GM	A-7-5 (2)	-40.85	-
Km. 93+957	C-483	M-01	0.01-1.50	24.1	NP	9	GM	A-4 (0)	-15.46	-
Km. 94+157	C-484	M-01	0.01-1.70	28.5	NP	10	SM	A-1-b (0)	-18.66	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 94+357	C-485	M-01	0.01-0.40	50.2	16.6	12	GM	A-7-5 (3)	-38.66	-
Km. 94+357	C-485	M-02	0.40-1.80	21	NP	13	SM	A-4 (0)	-7.55	-
Km. 94+557	C-486	M-01	0.01-1.50	37.3	7.2	5	GM	A-2-4 (0)	-32.50	-
Km. 94+757	C-487	M-01	0.01-1.65	48.2	18.5	10	SM	A-7-6 (2)	-37.79	-
Km. 94+957	C-488	M-01	0.01-2.00	44.5	8.6	13	ML	A-5 (5)	-32.00	-
Km. 95+157	C-489	M-01	0.00-0.80	59.3	22.5	16	MH	A-7-5 (11)	-43.72	-
Km. 95+157	C-489	M-02	0.80-2.00	43	8.2	14	ML	A-5 (3)	-28.90	-
Km. 95+357	C-490	M-01	0.01-0.50	26.6	NP	19	SM	A-2-4 (0)	-7.43	-
Km. 95+557	C-491	M-01	0.01-1.60	23.7	NP	9	GP-GM	A-1-a (0)	-14.67	-
Km. 95+757	C-492	M-01	0.00-1.80	30.5	3.4	8	GM	A-2-4 (0)	-22.70	-
Km. 95+957	C-493	M-01	0.01-1.00	26	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-18.50	-
Km. 96+157	C-494	M-01	0.00-0.40	47.9	13.7	9	SM	A-7-5 (1)	-38.79	-
Km. 96+157	C-494	M-02	0.40-1.50	40.8	11.7	15	SM	A-7-6 (3)	-25.66	-
Km. 96+357	C-495	M-01	0.00-1.60	24.6	NP	4	GM	A-2-4 (0)	-20.55	-
Km. 96+557	C-496	M-01	0.01-1.50	35.9	NP	14	GM	A-2-4 (0)	-21.40	-
Km. 96+757	C-497	M-01	0.01-1.00	48.2	20.3	8	GM	A-2-7 (2)	-39.80	-
Km. 96+757	C-497	M-02	1.00-1.80	37.3	12.6	9	GM	A-6 (1)	-28.71	-
Km. 96+957	C-498	M-01	0.00-1.30	25.6	NP	8	GM	A-2-4 (0)	-17.34	-
Km. 97+157	C-499	M-01	0.00-1.50	24.1	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-17.42	-
Km. 97+357	C-500	M-01	0.01-2.10	24.6	NP	11	SM	A-4 (0)	-13.20	-
Km. 97+557	C-501	M-01	0.01-1.80	30	6.2	10	SM	A-2-4 (0)	-20.40	-
Km. 97+757	C-502	M-01	0.00-1.50	20.6	NP	4	SM	A-2-4 (0)	-17.09	-
Km. 97+957	C-503	M-01	0.01-2.10	22.9	NP	14	ML	A-4 (0)	-9.32	-
Km. 98+157	C-504	M-01	0.01-0.40	21.2	NP	13	GM	A-1-b (0)	-8.42	-
Km. 98+357	C-505	M-01	0.01-0.70	20.5	NP	29	ML	A-4 (0)	8.43	Mejoramiento
Km. 98+557	C-506	M-01	0.00-1.20	20.7	NP	9	GM	A-1-b (0)	-11.98	-
Km. 98+757	C-507	M-01	0.001.55	20.4	NP	9	SM	A-2-4 (0)	-11.05	-
Km. 98+957	C-508	M-01	0.01-1.60	23.1	NP	8	SM	A-1-b (0)	-14.86	-

Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites de Consistencia pasante N°40		Humedad natural %	Clasificación		W-LL (%)	Condición
				L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO		
Km. 99+157	C-509	M-01	0.01-1.70	21.2	NP	15	ML	A-4 (0)	-6.14	-
Km. 99+357	C-510	M-01	0.01-1.65	18.6	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-12.59	-
Km. 99+557	C-511	M-01	0.01-1.60	32.8	NP	15	GM	A-2-4 (0)	-17.68	-
Km. 99+757	C-512	M-01	0.01-1.60	40.2	19.5	12	CL	A-7-6 (9)	-27.72	-
Km. 99+957	C-513	M-01	0.01-1.60	23.9	NP	16	ML	A-4 (0)	-7.52	-
Km. 100+157	C-514	M-01	0.01-1.20	24.8	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-18.50	-
Km. 100+357	C-515	M-01	0.00-2.20	23.3	NP	3	SM	A-4 (0)	-20.17	-
Km. 100+557	C-516	M-01	0.01-1.70	27.9	8.2	13	CL	A-4 (2)	-15.31	-
Km. 100+757	C-517	M-01	0.01-1.50	52.4	16.2	4	SM	A-7-5 (4)	-48.51	-
Km. 100+957	C-518	M-01	0.01-1.90	49.2	15.6	5	GM	A-7-5 (2)	-44.35	-
Km. 101+157	C-519	M-01	0.01-1.60	20.8	NP	3	GM	A-4 (0)	-18.29	-
Km. 101+357	C-520	M-01	0.00-1.80	40.9	11.6	4	GM	A-2-7 (0)	-36.89	-
Km. 101+557	C-521	M-01	0.01-1.60	35.5	NP	18	GM	A-2-4 (0)	-17.46	-
Km. 101+757	C-522	M-01	0.01-0.60	47.5	16.6	9	GM	A-7-5 (2)	-38.61	-
Km. 101+957	C-523	M-01	0.01-1.60	27	NP	5	SM	A-4 (0)	-21.74	-
Km. 102+157	C-524	M-01	0.01-1.70	43.9	13.8	12	SM	A-2-7 (1)	-32.18	-
Km. 102+357	C-525	M-01	0.01-0.15	18.1	NP	7	GM	A-2-4 (0)	-11.40	-
Km. 102+557	C-526	M-01	0.00-1.50	28.4	NP	8	SM	A-1-b (0)	-20.82	-
Km. 102+757	C-527	M-01	0.01-1.50	49.1	13.6	12	GM	A-7-5 (2)	-37.56	-
Km. 102+957	C-528	M-01	0.01-0.30	46.2	16.7	11	GM	A-2-7 (1)	-35.10	-
Km. 102+957	C-528	M-02	0.30-1.80	40.1	13.3	32	ML	A-7-6 (14)	-7.88	-
Km. 103+157	C-529	M-01	0.01-0.60	21.9	NP	6	GM	A-2-4 (0)	-15.92	-
Km. 103+357	C-530	M-01	0.00-0.40	49.2	18.5	6	GM	A-7-5 (2)	-43.05	-
Km. 103+357	C-530	M-02	0.40-2.00	36.9	13.7	6	SC	A-6 (2)	-31.00	-
Km. 103+557	C-531	M-01	0.00-1.60	37.6	7	11	SM	A-2-4 (0)	-26.92	-

6.4.2 MÉTODO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO (AASHTO 93)

A continuación se presenta el cálculo de la altura de mejoramiento según el método del número estructural. Se ha efectuado el cálculo para los valores de CBR menores a 6% encontrados en los suelos de fundación.

Tabla 16 Cálculo de altura de mejoramiento por el método del número estructural de diseño - AASHTO 93

ALTURA DE MEJORAMIENTO SEGÚN MÉTODO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO (AASHTO 93)																			
<p>Calculo del Número estructural requerido del pavimento con subrasante muy pobre a Pobre (CBR<6%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Zr</td><td>90%</td></tr> <tr><td>So</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>Pi</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Pf</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>EAL</td><td>4.07E+06</td></tr> <tr><td>CBR</td><td>2.60</td></tr> <tr><td>MR</td><td>4709</td></tr> <tr><td>SNr</td><td>4.87</td></tr> </tbody> </table>		Parámetros		Zr	90%	So	0.45	Pi	4.0	Pf	2.0	EAL	4.07E+06	CBR	2.60	MR	4709	SNr	4.87
Parámetros																			
Zr	90%																		
So	0.45																		
Pi	4.0																		
Pf	2.0																		
EAL	4.07E+06																		
CBR	2.60																		
MR	4709																		
SNr	4.87																		
<p>Calculo del Número estructural requerido del pavimento con subrasante muy buena (CBR≥15%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Zr</td><td>85%</td></tr> <tr><td>So</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>Pi</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Pf</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>EAL</td><td>4.07E+06</td></tr> <tr><td>CBR</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>MR</td><td>14457</td></tr> <tr><td>SNo</td><td>3.32</td></tr> </tbody> </table>		Parámetros		Zr	85%	So	0.45	Pi	4.0	Pf	2.0	EAL	4.07E+06	CBR	15.0	MR	14457	SNo	3.32
Parámetros																			
Zr	85%																		
So	0.45																		
Pi	4.0																		
Pf	2.0																		
EAL	4.07E+06																		
CBR	15.0																		
MR	14457																		
SNo	3.32																		
<p>Calculo de espesor mínimo de subrasante mejorada</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>a4</td><td>0.048</td></tr> <tr><td>m4</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>SNr</td><td>4.87</td></tr> <tr><td>SNo</td><td>3.32</td></tr> <tr><td>D4</td><td>32.3 pulg</td></tr> <tr><td>D4</td><td>82.0 cm</td></tr> <tr><td>D4</td><td>82.0 cm</td></tr> </tbody> </table>		a4	0.048	m4	1.0	SNr	4.87	SNo	3.32	D4	32.3 pulg	D4	82.0 cm	D4	82.0 cm				
a4	0.048																		
m4	1.0																		
SNr	4.87																		
SNo	3.32																		
D4	32.3 pulg																		
D4	82.0 cm																		
D4	82.0 cm																		

Tabla 17 Cálculo de altura de mejoramiento por el método del número estructural de diseño - AASHTO 93

ALTURA DE MEJORAMIENTO SEGÚN MÉTODO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE																			
<p>Calculo del Número estructural requerido del pavimento con subrasante muy pobre a Pobre (CBR<6%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Zr</td><td>90%</td></tr> <tr><td>So</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>Pi</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Pf</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>EAL</td><td>4.07E+06</td></tr> <tr><td>CBR</td><td>3.10</td></tr> <tr><td>MR</td><td>5271</td></tr> <tr><td>SNr</td><td>4.69</td></tr> </tbody> </table>		Parámetros		Zr	90%	So	0.45	Pi	4.0	Pf	2.0	EAL	4.07E+06	CBR	3.10	MR	5271	SNr	4.69
Parámetros																			
Zr	90%																		
So	0.45																		
Pi	4.0																		
Pf	2.0																		
EAL	4.07E+06																		
CBR	3.10																		
MR	5271																		
SNr	4.69																		
<p>Calculo del Número estructural requerido del pavimento con subrasante muy buena (CBR≥15%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Zr</td><td>0%</td></tr> <tr><td>So</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>Pi</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Pf</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>EAL</td><td>4.07E+06</td></tr> <tr><td>CBR</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>MR</td><td>14457</td></tr> <tr><td>SNo</td><td>3.32</td></tr> </tbody> </table>		Parámetros		Zr	0%	So	0.45	Pi	4.0	Pf	2.0	EAL	4.07E+06	CBR	15.0	MR	14457	SNo	3.32
Parámetros																			
Zr	0%																		
So	0.45																		
Pi	4.0																		
Pf	2.0																		
EAL	4.07E+06																		
CBR	15.0																		
MR	14457																		
SNo	3.32																		
<p>Calculo de espesor mínimo de subrasante mejorada</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>a4</td><td>0.048</td></tr> <tr><td>m4</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>SNr</td><td>4.69</td></tr> <tr><td>SNo</td><td>3.32</td></tr> <tr><td>D4</td><td>28.5 pulg</td></tr> <tr><td>D4</td><td>72.5 cm</td></tr> <tr><td>D4</td><td>73.0 cm</td></tr> </tbody> </table>		a4	0.048	m4	1.0	SNr	4.69	SNo	3.32	D4	28.5 pulg	D4	72.5 cm	D4	73.0 cm				
a4	0.048																		
m4	1.0																		
SNr	4.69																		
SNo	3.32																		
D4	28.5 pulg																		
D4	72.5 cm																		
D4	73.0 cm																		

Tabla 118 Cálculo de altura de mejoramiento por el método del número estructural de diseño - AASHTO 93

ALTURA DE MEJORAMIENTO SEGÚN MÉTODO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO (AASHTO 93)	
requerido del pavimento con subrasante muy pobre a Pobre (CBR<6%)	Calculo del Número estructural requerido del pavimento con subrasante muy buena (CBR≥15%)
Parámetros	Parámetros
Zr	90%
So	0.45
Pi	0.0
Pf	2.0
EAL	4.07E+06
CBR	4.70
MR	6879
SNr	4.30
Calculo de espesor mínimo de subrasante mejorada	
a4	0.048
m4	1.0
SNr	4.30
SNo	3.32
D4	20.4 pulg
D4	51.9 cm
D4	52.0 cm

Tabla 19 Cálculo de altura de mejoramiento por el método del número estructural AASHTO 93

ALTURA DE MEJORAMIENTO SEGÚN MÉTODO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE	
requerido del pavimento con subrasante muy pobre a Pobre (CBR<6%)	Calculo del Número estructural requerido del pavimento con subrasante muy buena (CBR≥10%)
Parámetros	Parámetros
Zr	90%
So	0.45
Pi	4.0
Pf	2.0
EAL	4.07E+06
CBR	5.20
MR	7339
SNr	4.20
Calculo de espesor mínimo de subrasante mejorada	
a4	0.048
m4	1.0
SNr	4.20
SNo	3.32
D4	18.3 pulg
D4	46.6 cm
D4	47.0 cm

6.4.1 ESPESORES FINALES DE MEJORAMIENTO

Para determinar los espesores de mejoramiento se efectuó el análisis del perfil estratigráfico, el reporte de cotas de terreno natural y subrasante, la inspección de campo, así como a partir de criterios desarrollados (I_c , C_c , LL-W) para suelos de matriz fina, Boussinesq y valor relativo de soporte (CBR). Así mismo se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El criterio de Boussinesq define la profundidad a la cual el esfuerzo llega ser 0.1 Kg/cm^2 , no establece el tipo de material de la fundación. La profundidad calculada es de 70.0 cm siendo esta solamente referencial para definir el espesor de mejoramiento aplicando el criterio de I_c , y C_c .
- Los criterios de I_c y C_c establecen la necesidad de mejoramiento, mas no definen los espesores requeridos, en este caso el criterio para definir el espesor ha sido mejorar mediante reemplazo el mismo por un material de una determinada calidad que en forma

conjunta con material de fundación, nos permita obtener un valor de módulo resiliente compuesto del orden del terreno natural que no requiere mejoramiento a fin de dar uniformidad a la fundación a lo largo de la vía. Como se indicó la profundidad (espesor) calculado por Boussinesq es referencial para definir el espesor de mejoramiento.

- Para el caso de los suelos con valor de CBR menores a 6% se definieron los espesores de mejoramiento, en este caso variables de 0.47 a 0.82 m. Cabe indicar que el criterio se aplicó a los valores de CBR compuestos luego de verificar si trataba de zonas de corte y relleno, bajo la premisa indicada en el ítem anterior.
- Se ha considerado igualmente (solo para casos particulares del presente proyecto), efectuar reemplazo de material en sectores en los cuales el CBR compuesto resulto en casos puntuales muy por debajo del valor promedio del tramo, esto con el fin de mejorar la varianza en los datos utilizados para determinar los CBR de diseño.
- Se excluyó del análisis los sectores en roca en los cuales se ha definido una estructura de pavimento típica.

Los sectores de mejoramiento se muestran a continuación

Tabla 20 Resumen de sectores de mejoramiento de suelos - Carril Derecho

Inicio	Fin	Longitud(m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
56+050	56+270	220.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
56+990	57+050	60.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
57+090	57+170	80.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
58+630	58+890	260.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
58+910	59+160	250.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
59+350	59+530	180.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
59+770	59+810	40.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
59+810	59+890	80.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
60+090	60+150	60.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
60+190	60+310	120.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
60+330	60+410	80.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
61+030	61+330	300.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
61+570	61+950	380.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
63+670	63+850	180.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
64+630	64+830	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
72+130	72+170	40.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
72+230	72+250	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
72+270	72+290	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
75+250	75+270	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
75+290	75+430	140.0	Derecho	Mejoramiento	0.8

Inicio	Fin	Longitud(m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
76+210	76+410	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
83+270	83+670	400.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
86+010	86+210	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
86+610	86+810	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
93+990	94+010	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
94+110	94+130	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
94+230	94+250	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
97+030	97+050	20.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
97+070	97+190	120.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
98+190	98+350	160.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
98+790	99+110	320.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
99+130	99+190	60.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
99+590	99+750	160.0	Derecho	Mejoramiento	0.8
101+990	102+190	200.0	Derecho	Mejoramiento	0.8

Tabla 21 Resumen de sectores de mejoramiento de suelos - Carril Izquierdo

Inicio	Fin	Longitud (m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
53+140	53+170	30.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
53+190	53+330	140.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
53+990	54+150	160.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
55+670	55+870	200.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
61+470	61+550	80.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
61+490	61+510	20.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
61+510	61+530	20.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.6
61+530	61+550	20.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.6
61+950	61+970	20.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.6
63+850	64+050	200.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
64+270	64+310	40.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
64+350	64+430	80.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
78+710	78+910	200.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8
86+510	86+610	100.0	Izquierdo	Mejoramiento	0.8

6.4.3 Reemplazo de material

Bajo el criterio que la humedad natural debe ser menor a la humedad óptima y el de homogenizar el valor relativo de soporte de diseño, se definen los siguientes sectores para reemplazo de material con fines constructivos y de homogenización de espesores de diseño respectivamente

Tabla 22 Resumen de sectores de reemplazo de materiales- C. Izquierdo

Inicio	Fin	Longitud (m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
62+010	62+130	120.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
64+310	64+330	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
66+950	66+990	40.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+030	67+110	80.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+110	67+130	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+150	67+210	60.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+590	67+650	60.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+710	67+730	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+770	67+810	40.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+830	67+850	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
67+890	67+910	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
69+510	69+530	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
69+590	69+670	80.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
71+130	71+190	60.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
71+210	71+310	100.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
71+890	72+090	200.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
73+790	73+830	40.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
73+850	73+930	80.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
77+910	78+070	160.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
81+690	81+710	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
81+730	81+750	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
81+770	81+870	100.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
86+430	86+450	20.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
93+790	93+830	40.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8
93+890	93+990	100.0	Izquierdo	Reemplazo	0.8

Tabla 23 Resumen de sectores de reemplazo de materiales- C. Derecho

Inicio	Fin	Longitud(m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
56+790	56+990	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
60+770	61+010	240.0	Derecho	Reemplazo	0.8
62+310	62+710	400.0	Derecho	Reemplazo	0.8
64+110	64+250	140.0	Derecho	Reemplazo	0.8
67+910	67+950	40.0	Derecho	Reemplazo	0.8
67+990	68+150	160.0	Derecho	Reemplazo	0.8
68+190	68+310	120.0	Derecho	Reemplazo	0.8
69+950	70+250	300.0	Derecho	Reemplazo	0.8
70+730	70+930	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
72+090	72+130	40.0	Derecho	Reemplazo	0.8
73+010	73+110	100.0	Derecho	Reemplazo	0.8
73+990	74+510	520.0	Derecho	Reemplazo	0.8
75+430	75+610	180.0	Derecho	Reemplazo	0.8
77+550	77+730	180.0	Derecho	Reemplazo	0.8
80+550	80+770	220.0	Derecho	Reemplazo	0.8
80+790	81+430	640.0	Derecho	Reemplazo	0.8
81+450	81+510	60.0	Derecho	Reemplazo	0.8
81+890	82+090	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
82+670	83+070	400.0	Derecho	Reemplazo	0.8
84+650	84+850	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
86+810	86+890	80.0	Derecho	Reemplazo	0.8
86+910	87+010	100.0	Derecho	Reemplazo	0.8
88+590	88+790	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
89+190	89+350	160.0	Derecho	Reemplazo	0.8
89+790	89+930	140.0	Derecho	Reemplazo	0.8
89+950	89+970	20.0	Derecho	Reemplazo	0.8
91+430	91+610	180.0	Derecho	Reemplazo	0.8
93+190	93+370	180.0	Derecho	Reemplazo	0.8
94+070	94+090	20.0	Derecho	Reemplazo	0.8
94+210	94+230	20.0	Derecho	Reemplazo	0.8
94+250	94+390	140.0	Derecho	Reemplazo	0.8
96+190	96+350	160.0	Derecho	Reemplazo	0.8
96+370	97+030	660.0	Derecho	Reemplazo	0.8
97+790	98+190	400.0	Derecho	Reemplazo	0.8

Inicio	Fin	Longitud(m)	Lado	Tratamiento	espesor (m)
99+390	99+590	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
99+750	99+790	40.0	Derecho	Reemplazo	0.8
99+970	99+990	20.0	Derecho	Reemplazo	0.8
100+990	101+310	320.0	Derecho	Reemplazo	0.8
101+590	101+790	200.0	Derecho	Reemplazo	0.8
102+390	102+730	340.0	Derecho	Reemplazo	0.8

En la definición de los reemplazos y mejoramientos se ha considerado que los trabajos no se efectuaran en época de lluvias. Los ejecutores deberán implementar el drenaje preventivo y la protección de los sectores en construcción en caso de presencia de lluvias, ya que su incumplimiento estaría induciendo debido a la saturación de los suelos de fundación, a efectuar reemplazo de materiales masivos por exceso de humedad, asimismo antes de ejecutar los trabajos de relleno para alcanzar el nivel de subrasante requerido, se tendrá que limpiar los materiales de desbroce existentes en la superficie según lo establecido en la E. T. del proyecto.

6.5 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos.

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

Durante la inspección de campo mediante prospección de calicatas no se detectó la presencia de suelos inadecuados que ameriten actividades de estabilización descritas previamente, como se indicó anteriormente los suelos de fundación son básicamente granulares y en diversos sectores de naturaleza rocosa. Los suelos mejorados corresponden principalmente a coberturas del terreno natural existente.

6.6 CONDICIONES CLIMATICAS

6.6.1 TEMPERATURA

El tramo en estudio se ubica en una zona de clima moderado con altitudes variables con una altitud entre 1900 a 3990 msnm, para determinar las temperaturas medias se ha recopilado información de la siguiente estación meteorológica:

Tabla 12 Estaciones Metereológicas

Estación	Código	Latitud	Longitud	Dpto.	Provincia	Distrito	Altura
Jacas Chico	000456/DZ-10	9°53"S"	76°30"W"	Huánuco	Yarowilca	Jacas Chico	3673

Estación	Código	Latitud	Longitud	Dpto.	Provincia	Distrito	Altura
Huánuco	0000404/DRE-10	9°57"S"	76°14"W"	Huánuco	Huánuco	Amarilis	2090

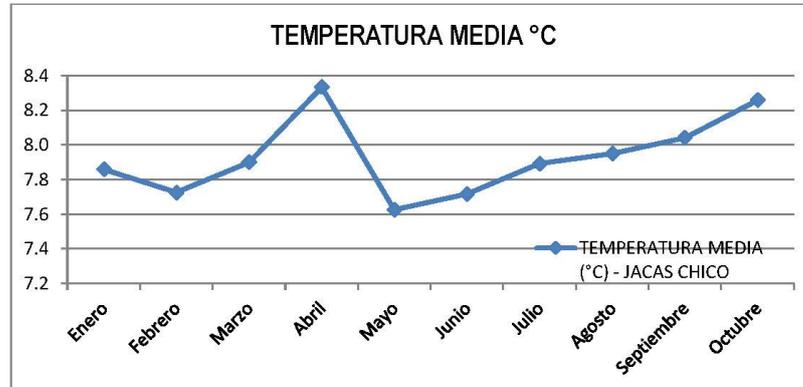
A continuación se muestran los reportes de temperatura de la estación Jacas Chico para el periodo 2006-2015

a. Estación Jacas Chico

Tabla 25 Datos Meteorológicos - Estación Jacas Chico

Meses	TEMPERATURA MEDIA (°C) - JACAS CHICO									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	8.6	7.9	7.9	8.5	7.8	8.2	8.3	8.0	8.0	-
Febrero	8.2	7.9	7.8	8.9	7.5	7.8	8.0	8.1	8.2	9.2
Marzo	8.1	7.5	7.9	9.1	7.7	7.9	8.2	8.3	8.1	9.4
Abril	8.2	7.9	7.9	8.9	8.0	8.0	8.4	8.2	7.9	9.3
Mayo	8.1	7.5	7.8	8.7	7.7	7.7	8.0	8.3	7.7	8.5
Junio	7.3	7.0	7.5	7.6	7.2	6.8	6.9	7.7	7.3	7.1
Julio	6.5	6.6	6.4	7.5	6.6	6.3	6.1	6.7	6.9	6.9
Agosto	7.0	7.4	7.4	7.5	7.2	7.1	6.9	6.6	7.4	7.4
Septiembre	7.1	7.5	7.9	8.2	6.6	7.5	8.1	7.5	8.5	-
Octubre	8.2	8.0	8.9	8.2	8.1	8.6	8.4	7.9	8.7	-
Noviembre	8.5	9.1	8.8	8.6	9.0	8.7	9.0	9.3	9.3	-
Diciembre	8.5	8.4	8.6	8.3	8.1	8.0	8.4	8.8	8.5	-
TMA	7.9	7.7	7.9	8.3	7.6	7.7	7.9	8.0	8.0	8.3

Figura 54: Temperaturas Medias Mensuales - Estación Jacas Chico



Del análisis de la información recolectada se concluye que la temperatura media anual en el sub-tramo es de 7.9°C correspondiendo por tanto el siguiente tipo de cemento asfáltico.

Tabla 13: Cemento Asfáltico a emplear

Sub-tramo	T. Media Anual (°C)	Cemento Asfáltico	Altura(msnm)
52+250 – 102+819	7.9	Pen 85-100	2980 - 3966

6.7 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS

- El método de exploración fue mediante prospecciones a cielo abierto (calicatas) equidistantes en promedio cada 200 m entre si y ubicadas a lo largo del eje de la vía proyectada. La profundidad mínima alcanzada fue de 1.50 m, o hasta llegar a encontrar la presencia de rocas, suelos orgánicos, bloques y bolonerías.
- El espaciamiento entre calicatas, permitió inferir el perfil estratigráfico de suelos de la vía, el cual representa en forma gráfica adecuada la distribución de los suelos en toda su longitud. Dicho perfil está sustentado en el análisis de la totalidad de ensayos de caracterización de laboratorio (análisis granulométrico, límites de consistencia y clasificación), así como los datos consignados en los registros de perforación y vistas fotográficas.
- Los sectores finales de mejoramiento de suelo de fundación se definieron a partir de los criterios y metodologías desarrolladas, los trabajos de corte y relleno proyectados a lo largo de la vía y la influencia de carga hasta 1.5 m por debajo del nivel de rasante. Estos trabajos pueden ser ejecutadas con material de excavación que cumplan las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013 (Sección 205: Terraplenes) y que posean un CBR igual o mayor a 25% a 95% de la MDS.

- Los sectores de mejoramiento se definieron a partir del análisis del perfil estratigráfico, el reporte de cotas de terreno natural y subrasante y la inspección de campo efectuada luego de elaborado el perfil estratigráfico; estos corresponden principalmente al reemplazo de la capa superficial en la cual no estaba programado efectuar cortes superiores al espesor de la cobertura identificada.
- Los sectores con espesores cobertura superficial de desbroce (CS) se eliminarán, y luego se colocaran los materiales de relleno definidos por topografía y diseño vial hasta alcanzar el nivel de subrasante.
- En la definición de los mejoramientos se ha considerado que los trabajos no se efectuaran en época de lluvias. Los ejecutores deberán implementar el drenaje preventivo y la protección de los sectores en construcción en caso de presencia de lluvias, ya que su incumplimiento estaría induciendo debido a la saturación de la subrasante, a efectuar mejoramientos masivos por exceso de humedad, asimismo antes de ejecutar los trabajos de relleno para alcanzar la subrasante requerida, se tendrá que limpiar los materiales de desbroce existentes en la superficie a fin de garantizar el buen comportamiento de la subrasante.
- Durante la inspección de campo y ejecución de prospecciones no se detectó la presencia significativa de suelos inadecuados que ameriten actividades de estabilización descritas previamente, como se indicó anteriormente los suelos de fundación son básicamente granulares y en diversos sectores de naturaleza rocosa de buen valor relativo de soporte con fines de diseño de pavimento.

7. DISEÑO DE PAVIMENTOS – METODOLOGIA AASHTO

El presente capítulo tiene como objetivo diseñar un pavimento flexible óptimo a nivel de carpeta asfáltica en caliente, para las condiciones de tráfico, clima, capacidad de soporte del suelo de fundación, de tal manera que brinde seguridad y confort a los usuarios durante el periodo concebido de diseño. A continuación se procederá a calcular los parámetros de diseño, para luego mediante metodologías de diseño calcular el espesor del pavimento.

7.1 ANALISIS DE TRÁFICO.

El número de ejes equivalentes, para el diseño de pavimento es el calculado en el Anexo presentado al Estudio de Tráfico efectuado específicamente para el proyecto Carretera Huánuco – Conococha, Tramo: Huánuco – La Unión - Huallanca. Los ESAL de diseño fueron calculados para las condiciones sin control de carga (pesos medidos) y con control de cargas (peso reglamento), habiendo definido finalmente en el Anexo a los Estudios de Tráfico de la Carretera: Huánuco – La Unión - Huallanca, los siguientes:

Tabla 27 ESAL de diseño por sub-tramo (pesos reglamento)

Estación	0-20años	0-10años	10-20años
E3	2.446 E+06	1.010 E+06	1.436 E+06
E4	1.999 E+06	8.264 E+05	1.172E+06
E5	4.072 E+06	1.682 E+06	2.390 E+06

7.2 VALOR RELATIVO DE SOPORTE

La sub rasante es la capa superficial, sobre la cual se apoya el pavimento. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción constituyen las variables básicas para el diseño del pavimento.

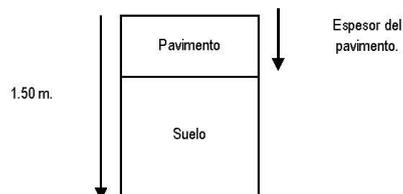
De acuerdo a la capacidad de soporte de la sub rasante (CBR), se distinguen seis categorías:

Tabla 28 CBR según categoría de subrasante

Categoría de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante extraordinaria	CBR ≥ 30%

*Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" Sección: Suelos y Pavimentos", aprobado mediante RD N°05-2013-MTC/14

El comportamiento del suelo de fundación es considerado en términos del módulo resiliente compuesto. Para calcularlo se considera los espesores de los diferentes estratos de suelos identificados en las prospecciones de campo a lo largo del eje de la vía proyectada teniendo en cuenta que las capas partícipes serán aquellas que se encuentren por debajo de 1.5 m. de profundidad a partir de la rasante.



Para el cálculo del Módulo Resiliente Compuesto, se utiliza la siguiente relación establecida por la guía AASHTO 93:

$$Mr_{comp} = \frac{Mr_1 \times d_1^3 + Mr_2 \times d_2^3}{d_1^3 + d_2^3}$$

Dónde:

Mr_i: Módulo Resiliente del estrato i.

d_i: Espesor del estrato i, comprendido entre la profundidad de influencia de 1.5 m.

Es importante mencionar, que los estratos considerados en el análisis, serán aquellos que se encuentren por debajo de 1.5 m. de profundidad a partir de la rasante.

Asimismo el módulo resiliente para cada estrato se calculó de acuerdo a lo indicado en el cuadro 12.5 "Módulo resiliente obtenido por correlación con CBR" del manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección: Suelos y Pavimentos aprobado mediante resolución directoral N° 05-2013-MTC/14.

Con los datos de topografía (cota de rasante y cota de terreno natural), los resultados de laboratorio y los espesores de mejoramiento establecidos, se calculó el CBR de diseño para los 3 subsectores (Ver anexo).

7.2.1 Sectorización en Tramos Homogéneos

Para evaluar la determinación de tramos homogéneos, se ha realizado una sectorización del proyecto en fracciones homogéneas según el módulo resiliente compuesto luego de efectuado los mejoramientos y reemplazos definidos, considerando las diferencias acumuladas (Zx) del Mr compuesto como criterio de tramificación.

El procedimiento analítico de diferencias acumuladas se basa en el hecho matemático de que cuando la variable Zx (definida para un parámetro dado, como la diferencia entre el área bajo la curva a una distancia "x" y el área cubierta por el promedio general del parámetro a esta misma distancia) se grafica como una función de la distancia a lo largo del proyecto, es posible definir bordes de sub-tramos homogéneos en los lugares donde la pendiente de esta curva cambia de signo. A continuación se presenta el procedimiento empleado para el cálculo de las diferencias acumuladas.

Tabla 29. Solución tabular para el método de diferencias acumuladas

Distancia	Valor Parámetro (Pi)	Número de intervalo (n)	Intervalo de distancia (Dxi)	Distancia acumulada (ΣDxi)	Promedio de Parámetro en el intervalo (Ii)	Area del intervalo (Ai)	Area acumulada (ΣAi)	Zx= (ΣAi) - F*(ΣDxi)
10	P ₁	1	D _{x1}	D _{x1}	I ₁ =P ₁	A ₁ =I ₁ D _{x1}	A ₁	A ₁ - F* D _{x1}
20	P ₂	2	D _{x2}	D _{x1} +D _{x2}	I ₂ =(P ₁ +P ₂)/2	A ₂ =I ₂ D _{x2}	A ₁ +A ₂	(A ₁ +A ₂) - F*(D _{x1} +D _{x2})
30	P ₃	3	D _{x3}	D _{x1} +D _{x2} +D _{x3}	I ₃ =(P ₂ +P ₃)/2	A ₃ =I ₃ D _{x3}	A ₁ +A ₂ +A ₃	(A ₁ +A ₂ +A ₃) - F*(D _{x1} +D _{x2} +D _{x3})
.....								
Lp	P _n	N _t	D _{xnt}	D _{x1} +.....+D _{xn}	I _{nt} =(P _{n-1} +P _n)/2	A _{nt} =I _{nt} D _{xnt}	A ₁ +...+A _{nt}	(A ₁ +...+A _{nt}) - F*(D _{x1} +.....+D _{xn})
At= A ₁ +...+A _{nt}								
F=At / Lp								

Los resultados de sectorización obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 30. Sectores resultantes por diferencias acumuladas - carril izquierdo

Sector	De	Hasta	Mr diseño (Psi)
S1	53+140	53+320	15298.64
S2	53+880	54+140	14557.03
S3	55+680	56+260	14639.87
S4	56+800	68+500	17503.32
S5	68+500	70+500	16569.59
S6	70+500	72+100	19380.21
S7	72+100	76+000	16608.35
S8	76+000	85+400	18024.48
S9	85+400	91+600	16259.76
S10	91+600	96+500	18562.94
S11	96+500	102+848	16293.32

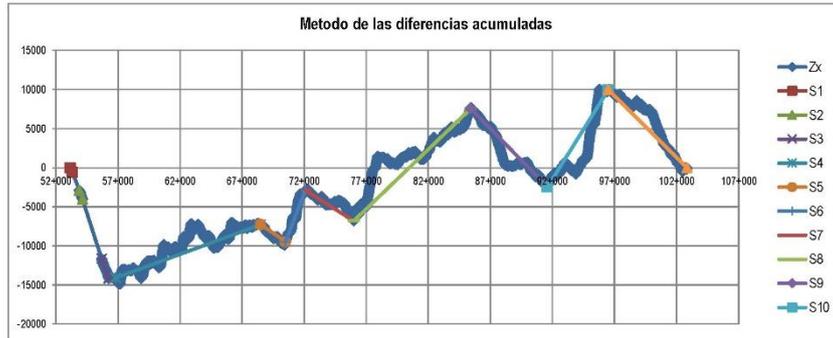
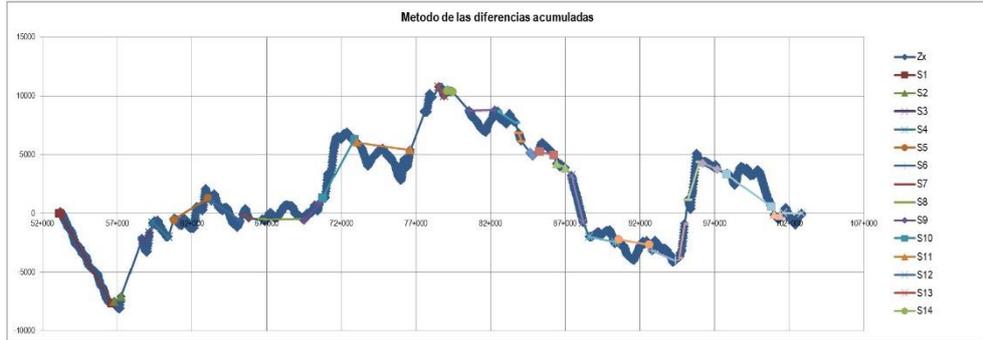


Tabla 31. Sectores resultantes por diferencias acumuladas - carril derecho

Sector	De	Hasta	Mr (Psi)
S1	53+140	56+600	15658.19
S2	56+800	57+260	17605.11
S3	58+680	59+140	17541.99
S4	59+360	60+400	16267.40
S5	60+780	63+060	17383.57
S6	63+280	65+240	16468.15
S7	65+400	65+800	16600.53
S8	66+720	69+400	16941.28
S9	69+520	70+540	17753.79
S10	70+740	72+860	18210.88
S11	73+020	76+600	16852.22
S12	77+560	78+100	18112.52
S13	78+520	78+900	15905.30
S14	79+100	79+440	16756.65
S15	80+560	82+260	16960.81
S16	82+480	83+660	16433.52
S17	83+880	84+060	14458.19
S18	84+660	84+840	15915.51
S19	85+260	86+200	16761.87
S20	86+420	87+000	16592.27
S21	87+420	88+200	13884.39
S22	88+600	90+340	16797.52
S23	90+560	92+600	16800.43
S24	92+820	94+380	16639.21
S25	94+600	94+980	20936.71
S26	95+200	95+980	19123.27
S27	96+200	97+180	16662.98
S28	97+800	100+780	16408.05
S29	101+000	101+380	16867.21
S30	101+600	102+848	16968.75



Determinación de Modulo Resiliente de Diseño

Con la finalidad de determinar sectores homogéneos con fines de diseño de pavimentos se ha efectuado el análisis conjunto de los sectores definidos por tráfico y por módulo resiliente. En este caso teniendo en cuenta que mediante los mejoramientos y reemplazo de material se ha homogenizado el Mr a lo largo de la vía, es factible calcular los Mr promedio por tramos definidos por tráfico, siendo estos los que se emplearan en el diseño de pavimentos. El cuadro siguiente muestra los resultados y Mr finales de diseño:

Tabla 32. MR de sectores homogéneos por diferencias acumuladas - carril izquierdo

Sector	De	Hasta	Mr (Psi)	Mr promedio (PSI)
S1	53+140	53+320	15298.64	15499.72
S2	53+880	54+140	14557.03	
S3	55+680	56+260	14639.87	
S4	56+800	68+500	17503.32	17645.66
S5	68+500	70+500	16569.59	
S6	70+500	72+100	19380.21	
S7	72+100	76+000	16608.35	
S8	76+000	85+400	18024.48	17038.67
S9	85+400	91+600	16259.76	
S10	91+600	96+500	18562.94	
S11	96+500	102+848	16293.32	

Tabla 33. MR de sectores homogéneos por diferencias acumuladas - carril derecho

Sector	De	Hasta	Mr (Psi)	Mr promedio (PSI)
S1	53+140	56+600	15658.19	16808.28
S2	56+800	57+260	17605.11	
S3	58+680	59+140	17541.99	
S4	59+360	60+400	16267.40	
S5	60+780	63+060	17383.57	
S6	63+280	65+240	16468.15	
S7	65+400	65+800	16600.53	
S8	66+720	69+400	16941.28	
S9	69+520	70+540	17753.79	16827.10
S10	70+740	72+860	18210.88	
S11	73+020	76+600	16852.22	
S12	77+560	78+100	18112.52	
S13	78+520	78+900	15905.30	
S14	79+100	79+440	16756.65	
S15	80+560	82+260	16960.81	
S16	82+480	83+660	16433.52	
S17	83+880	84+060	14458.19	16950.63
S18	84+660	84+840	15915.51	
S19	85+260	86+200	16761.87	
S20	86+420	87+000	16592.27	

Sector	De	Hasta	Mr (Psi)	Mr promedio (PSI)
S21	87+420	88+200	13884.39	
S22	88+600	90+340	16797.52	
S23	90+560	92+600	16800.43	
S24	92+820	94+380	16639.21	
S25	94+600	94+980	20936.71	
S26	95+200	95+980	19123.27	
S27	96+200	97+180	16662.98	
S28	97+800	100+780	16408.05	
S29	101+000	101+380	16867.21	
S30	101+600	102+848	16968.75	

Tabla: 34 Módulos Resilientes de diseño

Subtramo	M. Resiliente C. Izquierdo (PSI)	M. Resiliente C. Derecho (PSI)	M. Resiliente de diseño (PSI)
Km. 52+920 – Km. 69+000	15499.72	16808.28	16154.00
Km. 69+000 – Km. 84+400	17645.66	16827.10	17236.38
Km. 84+400 – Km. 102+819	17038.88	16950.63	16994.75

7.3 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE – METODOLOGIA AASHTO

El diseño del pavimento será efectuado mediante el método AASHTO 93. Este método de diseño desarrollado a finales de los años 50, ha tenido varias versiones de sus guías de diseño siendo la versión del año 1993 la que se emplea actualmente para el diseño de pavimentos, el procedimiento de diseño es el siguiente:

- ✓ Cálculo del Tráfico de diseño
- ✓ Determinación del módulo resiliente efectivo de diseño
- ✓ Cálculo del número estructural
- ✓ Cálculo de los espesores de pavimento.

7.3.1 VARIABLES DE DISEÑO

a) Confiabilidad (%R) y Desviación estándar normal (Zr)

El criterio de confiabilidad representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo a lo previsto.

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico sigue una ley de distribución normal. Este modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado mecanismo de falla por tanto a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la ecuación de diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como desviación normal estándar (Z_r) que representa el valor de confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal.

La confiabilidad considerada en el diseño es de 90% de acuerdo a lo establecido en los TdR.

b) Desviación Estándar Combinada (S_0)

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento tales como construcción, medio ambiente e incertidumbre del modelo.

La desviación estándar que se considerará en el diseño es de 0.45 que corresponde a la desviación estándar obtenida en la pista de pruebas AASHTO sin considerar el error de tráfico.

c) Variación del Índice de Serviciabilidad

El índice de serviciabilidad presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario; su valor varía de 0 a 5.

El valor 5 refleja la mejor comodidad teórica y por el contrario un valor de 0 refleja el peor, es decir cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

Tanto la serviciabilidad inicial (P_i) como final (P_f) se definirán según el tipo de tráfico:

De acuerdo a lo señalado en los TdR la Serviciabilidad final será igual a 2.0.

La serviciabilidad inicial de acuerdo al nivel de tráfico definido previamente será 4.0.

d) Coeficiente de drenaje

El drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa y se estima en función del porcentaje de tiempo que la estructura está próximo a la saturación y de acuerdo a la calidad del drenaje.

Tabla 35: Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada.
Excelente	2 horas
Bueno	1 hora
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de 2013. Cuadro 12.14 "Calidad del drenaje"

La saturación de la estructura está en función de las características granulométricas de los componentes del pavimento y de la porosidad, así como del caudal de agua que pueda ingresar por precipitaciones fluviales, capilaridad o nivel freático.

En la siguiente tabla se muestra los valores recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y sub base granular, frente a condiciones de humedad:

Tabla 36 Valores recomendados para modificar los coeficientes de drenaje para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
Malo	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
Muy malo	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de 2013. Cuadro 12.15 "Valores recomendados para modificar los coeficientes de drenaje para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles"

Sobre la base del análisis de los resultados obtenidos se adoptó como coeficiente de Drenaje igual a 1.0 tanto para la base granular como para la sub base granular considerando que la calidad del drenaje es buena y el tiempo que permanece cercano a la saturación está comprendido entre el 5 al 25%.

e) Periodo de Diseño

El periodo de diseño empleado para el cálculo de la estructura del pavimento es de 20 años de acuerdo a lo indicado en los TdR.

f) Coeficiente de Aporte Estructural

Los coeficientes estructurales de capa empleados son los consignados en el cuadro 12.13 "Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai" del manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección: Suelos y Pavimentos aprobado mediante resolución directoral N° 05-2013-MTC/14:

Tabla 37 Coeficiente Estructural de las capas participes en el pavimento nuevo

Capa	Coef. Estruct	
Carpeta Asfáltica	0.43 /pulg	0.170 /cm
Base Granular	0.14 /pulg	0.054 /cm
Sub Base Granular	0.12 /pulg	0.047 /cm

7.3.2 DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO

Para poder diseñar los espesores del pavimento flexible hay que conocer los parámetros anteriormente ya mencionados y calculados. Adicionalmente hay que realizar el cálculo de número estructural, el cual es un valor adimensional que representa una equivalencia numérica de la capacidad estructural del pavimento y se calcula resolviendo la siguiente ecuación:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log(M_R) - 8.07$$

Dónde:

W18: Número de repeticiones de eje equivalente (ESAL)

Zr : confiabilidad

So : desviación estándar

SN: número estructura

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad

MR: módulo resiliente de la subrasante

Ya conocido el número estructural, se procede a estructurar el pavimento conformado por las capas de subbase granular, base granular y carpeta asfáltica, mediante la siguiente expresión:

$$SN = \sum_{i=1} a_i D_i m_i$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

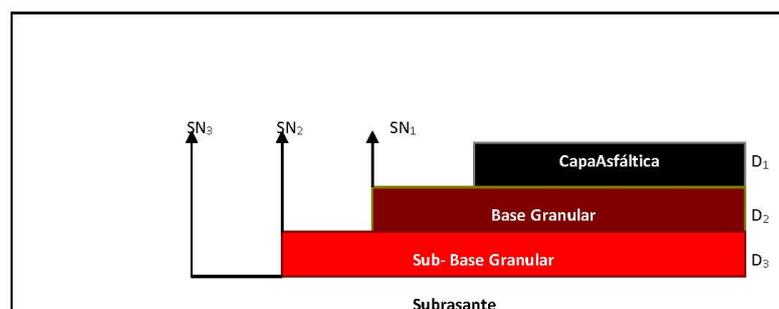
Dónde:

a_i: coeficiente de capa en función de las propiedades de los materiales

D_i: Espesores

m_i: coeficientes de drenaje

Figura 55 Esquema de la estructuración del pavimento nuevo



7.3.2.1 Espesores de Pavimento – Una Etapa (20 años)

Tabla 38 Cálculo del SN Requerido para diseño en una etapa – Sector 52+920 -69+000

Parámetros de Diseño	0-20 años
----------------------	-----------

Número de Ejes Equivalentes				2.446E+06	
Módulo Resiliente, Mr (psi)				16154	
Nivel de Confianza, R (%)				90%	
Factor de confiabilidad, Zr				-1.282	
Desviación estándar, So				0.45	
Serviciabilidad Inicial				4.0	
Serviciabilidad Final				2.0	
Δ PSI				2.0	
Número Estructural Requerido			SN	2.94	
MA ₁	--	a1 = 0.43	D1(pulg.)	3.5	Espesor Propuesto (cm)
Base	m2 = 1	a2 = 0.14	D2(pulg.)	6.0	
Sub-base	m3 = 1	a3 = 0.12	D3(pulg.)	6.0	
Espesor total del pavimento			(pulg.)	15.5	
MA ₁			D1(cm.)		9.0
Base			D2(cm.)		15.0
Sub-base			D3(cm.)		15.0
Espesor total del pavimento			(cm.)		38.9
Número Estructural Propuesto			SN		3.04

Figura 56: Cálculo de SN requerido



Tabla 39 Cálculo del SN Requerido para diseño en una etapa – Sector 69+000 – 84+400

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de Ejes Equivalentes	1.999E+06

Módulo Resiliente, Mr (psi)				17236	
Nivel de Confianza, R (%)				90%	
Factor de confiabilidad, Zr				-1.282	
Desviación estándar, So				0.45	
Serviciabilidad Inicial				4.0	
Serviciabilidad Final				2.0	
Δ PSI				2.0	
Número Estructural Requerido			SN	2.79	
M.A,	---	a1 = 0.43	D1(pulg.)	3.5	Espesor Propuesto (cm)
Base	m2 = 1	a2 = 0.14	D2(pulg.)	6.0	
Sub-base	m3 = 1	a3 = 0.12	D3(pulg.)	6.0	
Espesor total del pavimento			(pulg.)	15.5	
M.A,			D1(cm.)	9.0	
Base			D2(cm.)	15.0	
Sub-base			D3(cm.)	15.0	
Espesor total del pavimento			(cm.)	36.9	
Número Estructural Propuesto			SN	3.04	

Figura 57: Calculo de SN requerido

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

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

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.0 PSI final = 2.0

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 17236.38 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 1999000

Número Estructural: SN = 2.79

Tabla 40 Cálculo del SN Requerido para diseño en una etapa – Sector 84+400 – 102+819

Parámetros de Diseño	0-20 años
----------------------	-----------

Número de Ejes Equivalentes				4.072E+06	
Módulo Resiliente, Mr (psi)				16995	
Nivel de Confianza, R (%)				90%	
Factor de confiabilidad, Zr				-1.282	
Desviación estándar, So				0.45	
Serviciabilidad Inicial				4.0	
Serviciabilidad Final				2.0	
Δ PSI				2.0	
Número Estructural Requerido			SN	3.13	
MA ₁	---	a1 = 0.43	D1(pulg.)	3.5	Espesor Propuesto (cm)
Base	m2 = 1	a2 = 0.14	D2(pulg.)	6.0	
Sub-base	m3 = 1	a3 = 0.12	D3(pulg.)	7.0	
Espesor total del pavimento			(pulg.)	16.5	
MA ₁			D1(cm.)		9.0
Base			D2(cm.)		15.0
Sub-base			D3(cm.)		17.5
Espesor total del pavimento			(cm.)		41.4
Número Estructural Propuesto			SN		3.16

Figura 58: Cálculo de SN requerido

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

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

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.0 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 16994.75 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 4072000

Número Estructural: SN = 3.13

7.3.2.2 ESPEORES DE PAVIMENTO – DOS ETAPAS

El diseño se basa en la construcción del pavimento por etapas. En consecuencia, la Primera Etapa está referida a la colocación de una superficie de rodadura a nivel de carpeta asfáltica y la Segunda Etapa se refiere a la colocación de un recapado consistente en una carpeta asfáltica en caliente cuando la vía cumpla 10 años de servicio.

Para el diseño estructural de la Primera Etapa de 10 años, se han considerado los parámetros ya utilizados en las tablas anteriores, los que se muestran en las siguientes tablas.

Se muestra a continuación los resultados obtenidos para un diseño en dos etapas:

Tabla 41 Cálculo del SN Requerido para diseño por etapas – Sector: 52+920 – 69+000

Parámetros de Diseño				0-10 años	11-20 años
Número de ejes equivalentes				1.010E+06	1.436E+06
Módulo Resiliente, Mr (psi)				16154	16154
Nivel de Confianza, R (%) – Total				90%	
Nivel de Confianza, R (%)				90%	90%
Factor de confiabilidad, Zr				-1.282	-1.282
Desviación estándar, So				0.45	0.45
Serviciabilidad Inicial				4.0	4.0
Serviciabilidad Final				2.0	2.0
Δ PSI				2.0	2.0
Número Estructural Requerido			SN	2.56	2.71
MA ₁	---	a1 = 0.43	D1(pulg.)	3.0	Espesor Propuesto (cm)
Base	m2 = 1	a2 = 0.14	D2(pulg.)	10.0	
Sub-base	m3 = 1	a3 = 0.12	D3(pulg.)	0.0	
Espesor total del pavimento			(pulg.)	13.0	
MA ₁			D1(cm.)	7.5	
Base			D2(cm.)	25.0	
Sub-base			D3(cm.)	0.0	
Espesor total del pavimento			(cm.)	32.5	
Número Estructural Propuesto			SN	2.65	

*Tanto en pulgadas como en cm el SN propuesto es mayor al SN requerido

Figura 59: Calculo de SN requerido de 0 a 10 años

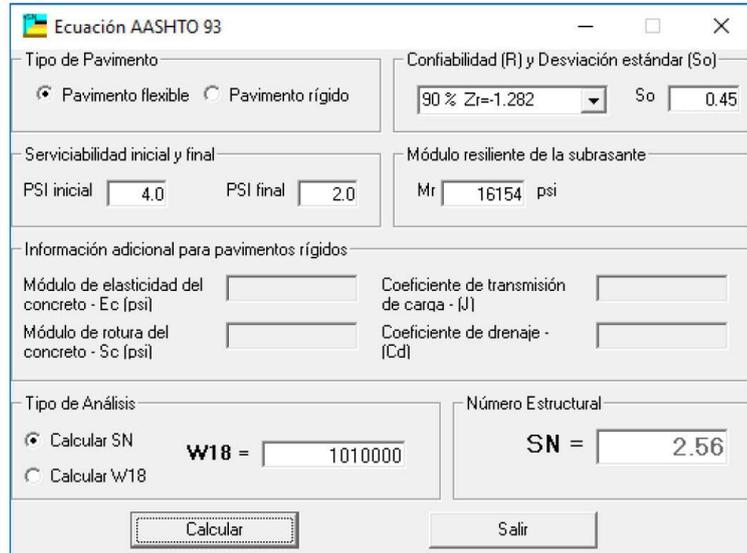


Figura 60: Calculo de SN requerido de 0 a 20 años

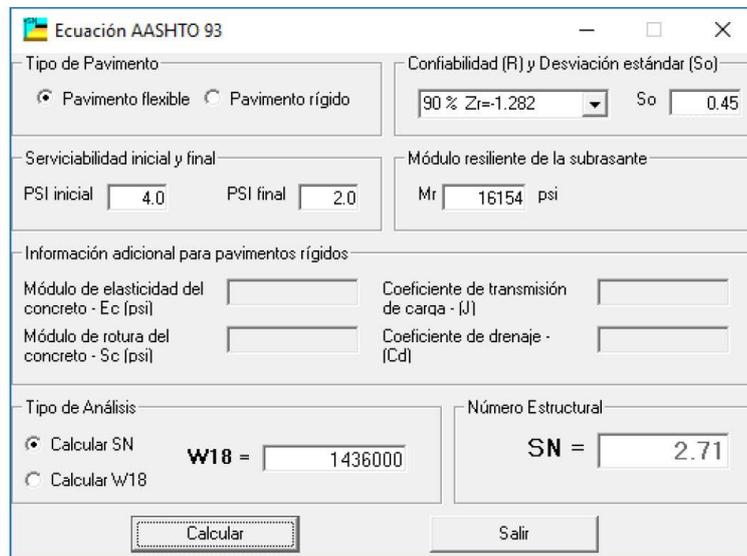


Tabla 42 Cálculo del SN Requerido para diseño por etapas – Sector: 69+000 – 84+400

Parámetros de Diseño				0-10 años	11-20 años
Número de ejes equivalentes				8.264E+05	1.173E+06
Módulo Resiliente, Mr (psi)				17236	17236
Nivel de Confianza, R (%) - Total				90%	
Nivel de Confianza, R (%)				90%	90%
Factor de confiabilidad, Zr				-1.282	-1.282
Desviación estándar, So				0.45	0.45
Serviciabilidad Inicial				4.0	4.0
Serviciabilidad Final				2.0	2.0
Δ PSI				2.0	2.0
Número Estructural Requerido		SN		2.42	2.56
M.A,	--	a1 = 0.43	D1(pulg.)	3.0	Espesor Propuesto (cm)
Base	m2 = 1	a2 = 0.14	D2(pulg.)	9.0	
Sub-base	m3 = 1	a3 = 0.12	D3(pulg.)	0.0	
Espesor total del pavimento			(pulg.)	12.0	
M.A,			D1(cm.)		7.5
Base			D2(cm.)		22.5
Sub-base			D3(cm.)		0.0
Espesor total del pavimento			(cm.)		30.0
Número Estructural Propuesto		SN			2.51

*Tanto en pulgadas como en cm el SN propuesto es mayor al SN requerido

Figura 61: Calculo de SN requerido de 0 a 10 años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

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

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.0 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 17236.38 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 826400

Número Estructural: SN = 2.42

Calculador:

Figura 62: Calculo de SN requerido de 11 a 20 años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 90 % $Z_r = -1.282$ So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.0 PSI final = 2.0

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 17236.38 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

$W18 = 1173000$

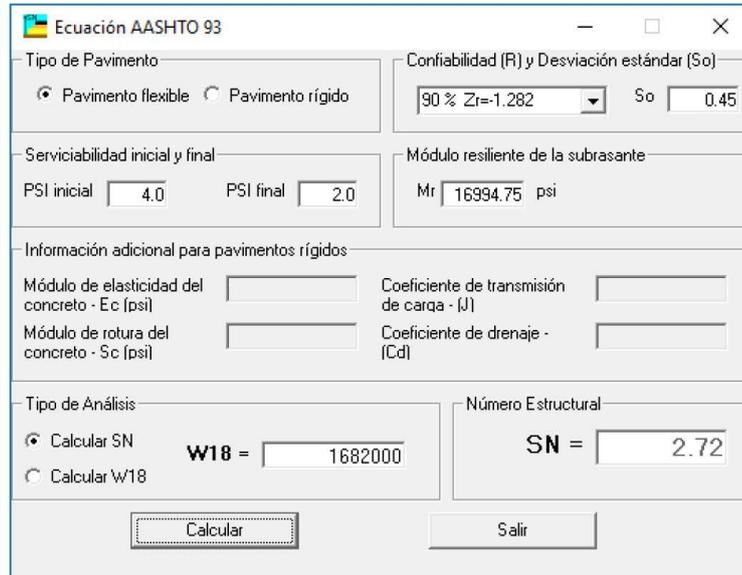
Número Estructural: SN = 2.56

Tabla 43 Cálculo del SN Requerido para diseño por etapas – Sector: 84+400 – 102+819

Parámetros de Diseño				0-10 años	11-20 años
Número de ejes equivalentes				1.682E+06	2.390E+06
Módulo Resiliente, Mr (psi)				16995	16995
Nivel de Confianza, R (%) - Total				90%	
Nivel de Confianza, R (%)				90%	90%
Factor de confiabilidad, Z_r				-1.282	-1.282
Desviación estándar, So				0.45	0.45
Serviciabilidad Inicial				4.0	4.0
Serviciabilidad Final				2.0	2.0
Δ PSI				2.0	2.0
Número Estructural Requerido		SN		2.72	Espesor Propuesto (cm)
MA ₁	---	a1 = 0.43	D1(pulg.)	3.0	
Base	m2 = 1	a2 = 0.14	D2(pulg.)	12.0	
Sub-base	m3 = 1	a3 = 0.12	D3(pulg.)	0.0	
Espesor total del pavimento			(pulg.)	15.0	
MA ₁			D1(cm.)	7.5	
Base			D2(cm.)	30.0	
Sub-base			D3(cm.)	0.0	
Espesor total del pavimento			(cm.)	37.5	
Número Estructural Propuesto		SN		2.92	

*Tanto en pulgadas como en cm el SN propuesto es mayor al SN requerido

Figura 63: Calculo de SN requerido de 0 a 10 años

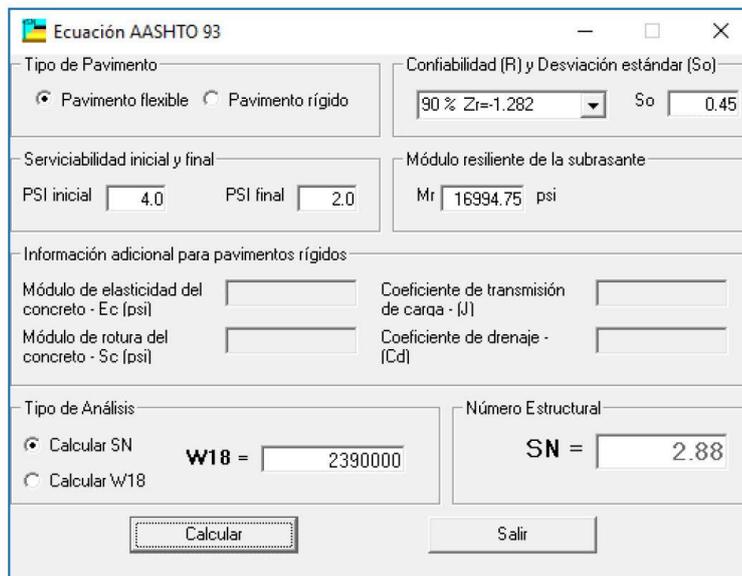


The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window with the following settings:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 90 % Zr=-1.282, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.0, PSI final = 2.0
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 16994.75 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty input fields for Ec, Sc, J, and Cd.
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- Número Estructural:** SN = 2.72
- W18:** 1682000

Buttons: 'Calcular' and 'Salir'.

Figura 64: Calculo de SN requerido de 11 a 20 años



The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window with the following settings:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 90 % Zr=-1.282, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.0, PSI final = 2.0
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 16994.75 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty input fields for Ec, Sc, J, and Cd.
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- Número Estructural:** SN = 2.88
- W18:** 2390000

Buttons: 'Calcular' and 'Salir'.

La estructura propuesta es la siguiente:

Tabla 44 Estructura propuesta para el periodo 0-10 años

Tramo	Espesor (cm.)	
	Carpeta Asfáltica	Base Granular
Km.52+920 – Km. 69+000	7.5	25.0
Km. 69+000 – Km. 84+400	7.5	22.5
Km. 84+400 – Km. 102+819	7.5	30.0

Para los sectores en roca la estructura propuesta es:

Tabla 45 Estructura propuesta para el periodo 0-10 años

Tramo	Espesor (cm.)	
	Carpeta Asfáltica	Base Granular
Km.52+920 – Km. 69+000	7.5	15.0
Km. 69+000 – Km. 84+400	7.5	15.0
Km. 84+400 – Km. 102+819	7.5	15.0

- En los sectores de roca fija, al ser la fundación rígida y por tanto de gran capacidad de soporte la estructura de pavimento solo requiere base granular y carpeta asfáltica.

Al respecto las Especificaciones Generales para Construcción (EG-2013, sección 202) considerar, entre otros que toda la excavación en roca será hasta 15cm por debajo de la cota de subrasante, dicha área allanada y libre de puntas de roca, se deberá rellenar, conformar y compactar con material tipo "Terraplén (Corona)".

El material a colocar entre la capa base granular y nivel hasta 15 cm debajo de la cota de subrasante (sector o área allanada y libre de puntas) será del tipo "Base Granular" debido a consideraciones Constructivas.

Los sectores de roca se muestran a continuación:

Tabla 46 Sectores en roca

Inicio	Fin	Longitud(m)	Características
57+270	58+630	1360.0	Sector en roca
53+330	53+870	540.0	Sector en roca
54+150	55+670	1520.0	Sector en roca
56+270	56+610	340.0	Sector en roca
60+410	60+770	360.0	Sector en roca
65+810	66+710	900.0	Sector en roca
76+610	77+550	940.0	Sector en roca
78+110	78+510	400.0	Sector en roca
79+450	80+550	1100.0	Sector en roca
84+070	84+650	580.0	Sector en roca

Inicio	Fin	Longitud(m)	Características
84+850	85+250	400.0	Sector en roca
87+010	87+410	400.0	Sector en roca
88+210	88+590	380.0	Sector en roca
97+190	97+790	600.0	Sector en roca

Para la estructuración del pavimento se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Criterio de espesores mínimos establecidos por la metodología AASHTO 93 a fin de tener una superficie de rodadura de resistencia a las condiciones de tráfico y clima pero al menor costo para el proyecto.
- Escasa disponibilidad de fuentes de materiales para la fabricación de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) y el elevado costo de trituración primaria y secundaria de la piedra y lavado de la arena.
- Escasa disponibilidad de fuentes de materiales para la producción de base granular y el elevado costo de trituración primaria y secundaria para la piedra.
- Disponibilidad de materiales de sub base y necesidad de colocación de espesores mínimos de sub base en los sectores rocosos para uniformizar la superficie sobre la que colocará la base granular.

7.3.2.3 BERMAS EN EL PAVIMENTO

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas in situ y las recomendaciones del Manual de Carreteras (sección: Suelos y Pavimentos) del MTC, para las bermas de ancho menor o igual a 1.2 m, se considera la prolongación de la estructura del pavimento de la calzada: su ejecución será simultánea sin junta longitudinal entre el pavimento y la berma.

7.3.2.4 PAVIMENTO EN ACCESOS

El pavimento en los accesos existentes en las progresivas Km. 56+710, Km. 61+640, Km. 66+710, Km. 70+110, Km. 72+690, Km. 73+200, Km. 81+420, Km. 84+260, Km. 86+350, Km. 88+830, Km. 95+860, Km. 100+730 y 101+700, teniendo en cuenta su escasa longitud será el mismo definido para la vía principal y se deberá construir en forma conjunta con el mismo.

7.3.2.5 ESPESORES DE REFUERZO ESTRUCTURAL

Con base en el método de vida remanente propuesto por AASHTO se determinó los espesores de refuerzo estructural requeridos para cada sector de la vía en estudio:

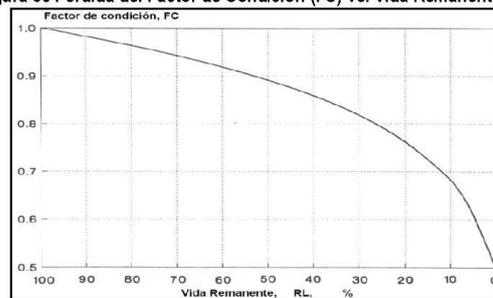
$$RL = 100 * \left(1 - \frac{ESAL_{0-10 años}}{ESAL_{final(indice)}} \right)$$

Donde RL es el factor de Vida Remanente

Con el valor de RL hallado se calcula el factor de condición (FC) a partir de la siguiente figura, y luego se determina el SN remanente de la siguiente manera:

$$SN_{REMANENTE} = SN_{EFECTIVO\ 0-10AÑOS} \times FC$$

Figura 65 Pérdida del Factor de Condición (FC) vs. Vida Remanente (RL)



Entonces, con la metodología explicada se calcula un ESAL para una serviciabilidad final de 1.5 e inmediatamente con el Número Estructural SN requerido de 10 a 20 años se calcula el refuerzo necesario para que el pavimento dure hasta el año 20 de la siguiente manera:

$$D_{01} = \frac{SN_{01}}{a_{01}} = \frac{SN_{REQ\ 10-20AÑOS} - SN_{REM\ 0-10AÑOS}}{a_{01}}$$

Dónde:

SN01 = Número estructural requerido para el recapado (10-20 años)

a01 = Coeficiente estructural para recapado de concreto asfáltico, es igual a 0.43

D01 = Espesor requerido de recapado.

SN REQ 10-20 años = Número estructural requerido para el tráfico futuro Año F

SN REM 0-10 años = Número Estructural Remanente del periodo 0 - 10 años

A continuación se muestran los resultados obtenidos, de lo indicado en los párrafos superiores:

Tabla 47 Calculo del Refuerzo Estructural

ESAL	ESAL pt=1.5	RL	FC	SN Exist. (0-10 años)	SN Rem. (0-10 años)	SN Req. (11-20 años)	Refuerzo Asfáltico (DoL) (pulg)	Refuerzo Asfáltico Adoptado (DoL) (cm)
1.010E+06	1.445E+06	30.1	0.82	2.65	2.17	2.71	1.2	4.0
8.264E+05	1.173E+06	29.5	0.82	2.51	2.05	2.56	1.2	4.0
1.682E+06	3.127E+06	46.2	0.90	2.92	2.63	2.88	0.6	4.0

	<p align="center">"Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Huánuco-Conococha, Sector Huánuco - La Unión - Huallanca Ruta PE-3N" SUB TRAMO II: C.P. Punto Unión Km. 52+920 – C.P. Tingo Chico Km, 102+819</p>	
---	--	---

Tabla 48 Refuerzo Estructural Requeridos para el periodo 10 a 20 años

Tramo	Espesor (cm.)
	Carpeta Asfáltica
Km. 52+920 – Km. 69+000	4.0
Km. 69+000 – Km. 84+400	4.0
Km. 84+400 – Km. 102+819	4.0

8. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

MÉTODO AASHTO

Se define la construcción de un pavimento rígido para el peaje ubicado en el Km. 94+696, empleando el método de diseño AASHTO 1993, que se adaptan a las características ambientales y geomorfológicas señaladas, así como a la disponibilidad de materiales existentes en la zona.

La Guía AASHTO empleada por muchos años fue la versión que se publicara en 1972, la cual fue revisada en 1981 efectuándose modificaciones al capítulo de pavimentos rígidos.

El procedimiento de diseño de la AASHTO 1993, "Guide for Design of Pavement Structures" para pavimentos rígidos está basada en los algoritmos de performance de pavimentos de la AASHTO Road Test. En este manual se encuentran los procedimientos de diseño de pavimentos de Concreto de Cemento Portland Simple con Juntas (JPCP), con juntas reforzados (JRCP) y reforzados continuos (CRCP). Aquí también se emplea el tráfico en función al número de repeticiones de carga equivalentes a 8,2 tn (EAL).

La ecuación de diseño empleada para pavimentos rígidos en la Guía AASHTO es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_r S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1.00 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_i) \log\left(\frac{S'_c x C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 x J (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c / k)^{0.25}})}\right)$$

Donde:

- D : espesor de la losa
- S'_c : Módulo de rotura del concreto $S'_c = 8\sqrt{f'_c}$ (psi)
- C_d : coeficiente de drenaje
- J : coeficiente de transferencia de carga
- E_c : Módulo de elasticidad del concreto $E_c = 57,000\sqrt{f'_c}$ (psi)

K: Módulo de reacción compuesto de la subrasante obtenido de manera indirecta a partir de las tablas de correlación con los resultados del CBR y del aporte de la sub base

8.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Módulo de reacción del suelo (k)

A efectos de calcular el módulo de reacción para el diseño del pavimento rígido se emplea el módulo resiliente de la subrasante (**MR**) como dato inicial de entrada para determinar dicho parámetro; para efectos de diseño se calculó el valor de cbr obtenido en la progresiva 94+696 (Area para Peaje).

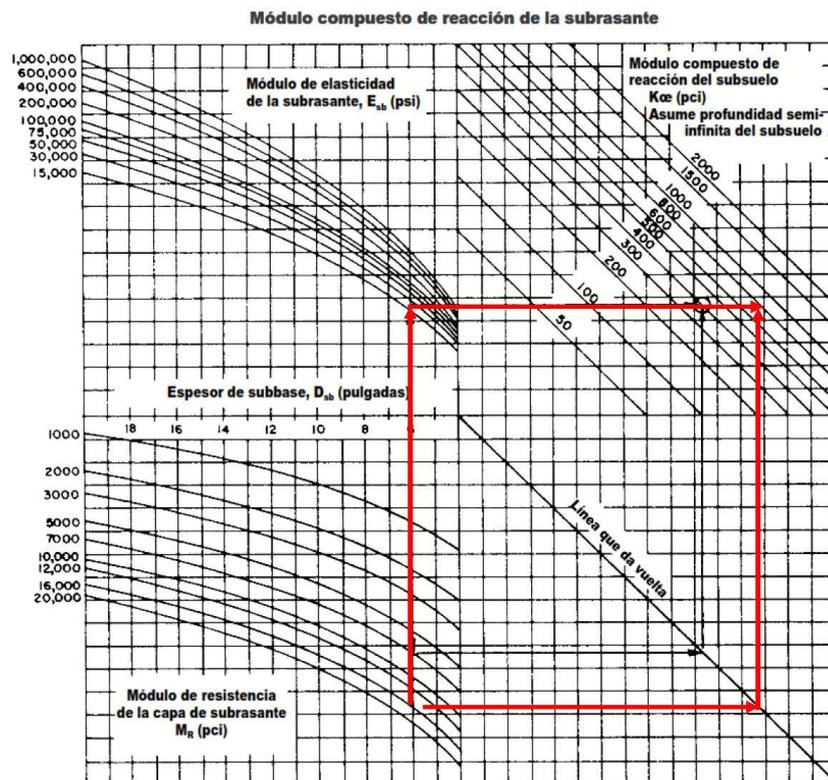
Tabla N°49 – Módulo Resiliente de Diseño

Ubicación	CBR al 95% MDS	Mr Obtenido
94+520 – 94+720	17.8	16130

Para expresar el valor de MR a Módulo de Reacción (k) se emplearán los gráficos de las Figuras 66, 67 y 68 de la Guía para Diseño de Pavimentos AASHTO 1993.

Por lo tanto, ingresando al Abaco de la Figura 66, con el dato del espesor de la subbase $D_{SB} = 15$ cm, Módulo Elástico de la subbase $E_{SB} = 16500$ psi (Figura A de AASHTO para un CBR de 40%), y un Módulo de Resiliencia de la subrasante **MR= 16130 psi**.

FIGURA 66

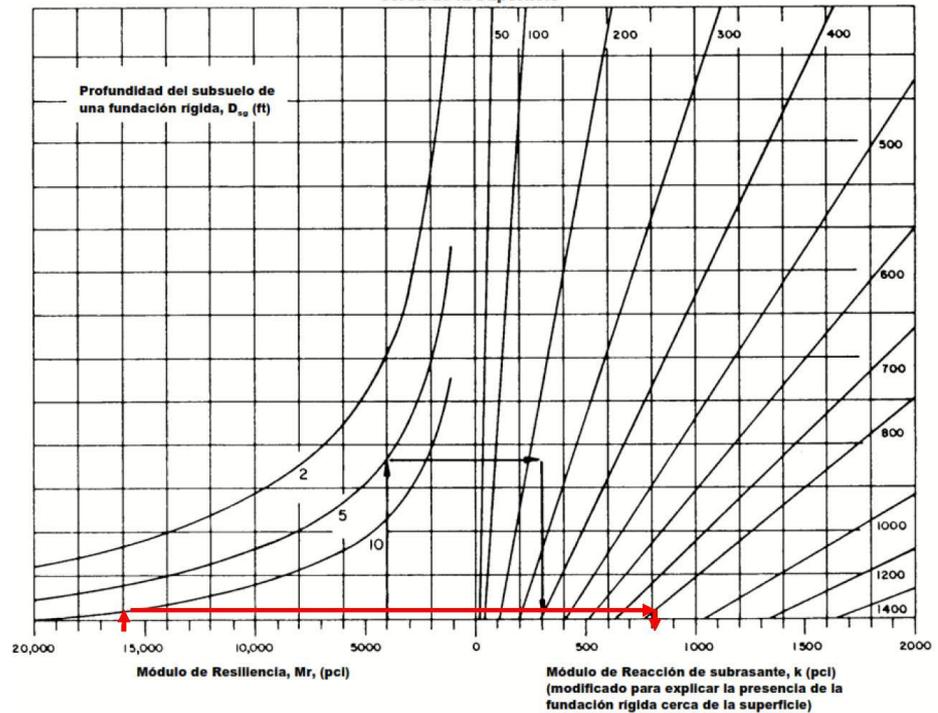


Con esta información se obtiene un módulo de reacción compuesto $k_w = 800$ pci.

El procedimiento AASHTO indica que este valor debe ser modificado por la presencia de una capa rígida de fundación. Por lo tanto con la información obtenida anteriormente se ingresa al abaco de la Figura 67.

FIGURA 67

Cálculos del Módulo de reacción de la subrasante, para considerar efectos de la fundación rígida cerca de la superficie



Entonces el módulo de reacción de la subrasante $k = 800$ pci.

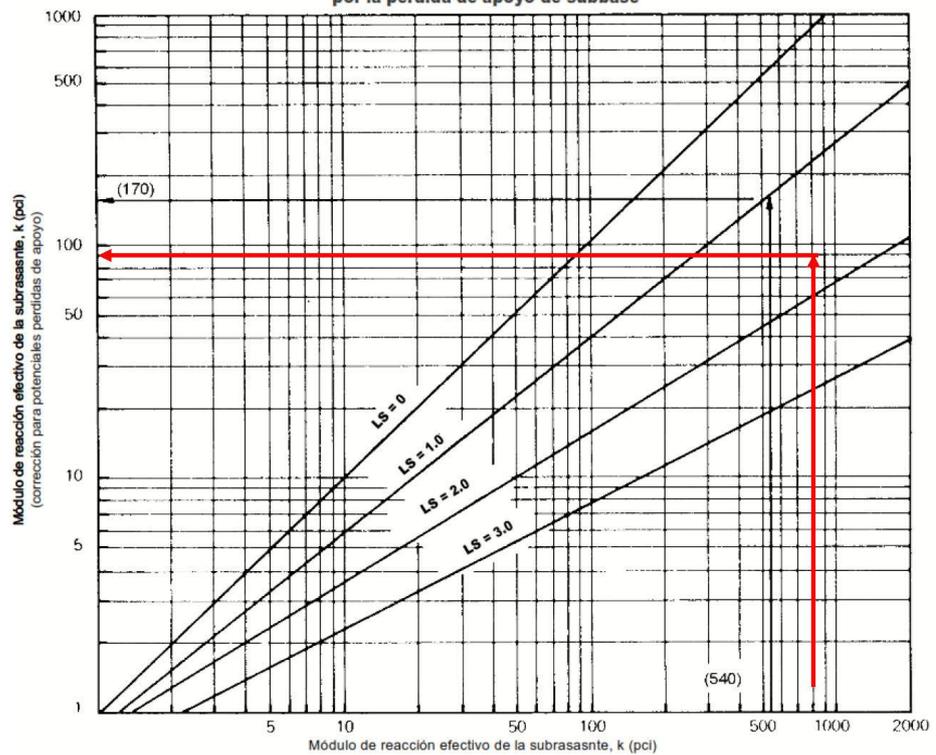
El procedimiento AASHTO también considera el ajuste del módulo de reacción de la subrasante por los efectos de pérdida de soporte (loss of support) por erosión en la subbase. Por lo tanto de la Tabla 2.7 del manual AASHTO se obtiene para un subbase de $LS = 2.0$.

Con esta información ingresamos al abaco de la figura 68, con el cual obtenemos el módulo de reacción efectivo corregido de la subrasante k .

Por lo tanto: $k = 63$ pci.

FIGURA 68

Corrección del Módulo efectivo de reacción de la subrasante por la pérdida de apoyo de subbase



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Tabla 50 Resumen de Parámetros de Cálculo de módulo de reacción efectivo (k).

Tramo	Espesor Sub Base D(pulg)	Módulo de resistencia de Capa Sub Rasante M_r (pci)	Módulo Elasticidad Subrasante E_{sb} (psi)	Módulo Compuesto del Suelo $K_{\alpha e}$ (pci)	Prof. Sub suelo de Fundación rígida (pies)	Módulo de reacción Efectivo de Subrasante K (pci)	Pérdida de Apoyo (LS)	Módulo de reacción Efectivo de Subrasante corregido K (pci)
KM 94+520- KM 94+720	6	16130.9	16500	800	10	800	2	63

Tráfico

El Número de Ejes Equivalentes (ESAL) empleado en el diseño ha sido tomado integralmente del estudio de tráfico elaborado específicamente para el proyecto y que define el IMD por tipo de vehículo, las tasas de crecimiento y factores de carga (FD) para una condición "con control de cargas" de acuerdo al reglamento vigente.

A continuación se muestra el número de repeticiones de diseño para el periodo de diseño de 20 años para el peaje.

Tabla 14 ESAL de diseño por sub-tramo (pesos reglamento)

Estructura	Longitud	0-20años
Estación de Peaje	94+520 – 94+570	4.89 E+06

Confiabilidad

Para su determinación se empleó la Guía AASHTO (2.1.2 Traffic, Part II: Pavement Design Procedures for New Construction or Reconstruction). Se está tomando una confiabilidad de 90% (en conformidad con los Términos de Referencia), con el cual se obtiene una Standard Normal Deviate (Z_R):

$$Z_R = -1,282$$

Desviación estándar total

$$S_0 = 0,35 \text{ (para pavimentos rígidos)}$$

Serviciabilidad

$$\text{Serviciabilidad Inicial } (p_i) = 4,2$$

$$\text{Serviciabilidad Final } (p_f) = 2,5$$

Coefficientes de drenaje

Para la elección del Coeficiente de Drenaje (Tabla 2.5 Valor de m_i recomendado para la modificación de coeficientes estructurales de base y subbase – AASHTO) se han tomado las siguientes consideraciones:

Tabla 54: Valores recomendados de C_d

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Malo	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Muy malo	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Tabla 55: Factor Cd, a emplearse para el diseño

CONDICIONES DE DRENAJE	VALORES
Exposición en agua de las estructuras de drenaje	5% a 25%
Calidad del drenaje	Buena
Coefficiente de Drenaje (m)	1,05

Módulo de rotura del concreto (S'_c)

El módulo de rotura (esfuerzo a flexión) de un concreto de cemento portland se obtiene mediante el promedio de ensayos efectuados a testigos de 28 días de edad mediante el procedimiento de la ASTM C 78, Flexural strength of concrete (using simple beam with third – point loading).

AASHTO considera la siguiente expresión para la toma de valores representativos de una muestra de ensayos:

$$S'_c (\text{promedio}) = S_c + z(SD_s)$$

Donde:

- S'_c = Módulo de rotura promedio (psi)
- S_c = Módulo de rotura especificado en el proyecto (psi)
- SD_s = Desviación estándar del módulo de rotura del concreto (psi)
- Z = variación normal estándar
 - = 0,841, para PS = 20 %
 - = 1,037, para PS = 15 %
 - = 1,282, para PS = 10 %
 - = 1,645, para PS = 5 %
 - = 2,327, para PS = 1 %

Por lo tanto, se considera para el diseño un **módulo de rotura del concreto** ($S'c$) de 598 lb/pul² (42 Kg/cm²). La equivalencia entre los ensayos de resistencia a la flexión (f_r) y a compresión simple (f'_c) ha sido bastante estudiada por el ACI y otras entidades; siendo la resistencia a flexión variable entre 1,99 y 3,18 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión.

Si consideramos un valor Intermedio de 2,42 quedará de esta manera la expresión:

$$f_r = 2,42x (f'_c)^{1/2}$$

De esta manera el concreto requerido a flexión es $f_r = 598$ psi, según Manual es equivalente a un concreto de **$f'_c: 300$ kg/cm²**.

Módulo elástico del concreto (E_c)

El módulo elástico del concreto será definido con la correlación recomendada por el American Concrete Institute (ACI):

$$E_c = 57000(f'_c)^{0,5}$$

Como se señaló anteriormente, se está considerando un concreto $f'_c: 300$ kg/cm², Por lo tanto se obtiene un módulo elástico de:

$$E_c = 3\ 723\ 326\ \text{psi}$$

Coefficiente de transferencia de carga (J)

El coeficiente de transferencia de carga, J, es un factor utilizado en el diseño de pavimento rígido para tener en cuenta la capacidad de una estructura de pavimento de hormigón para transferir (distribuir) carga a través de discontinuidades, tales como juntas o grietas.

A continuación, se muestra el cuadro con los factores J recomendados por AASHTO.

Tabla 56: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

Berna Tipo de Pavimento	Concreto Asfáltico		Concreto Hidráulico	
	Si	No	Si	No
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
Reforzado Continuo	2.9-3.2	---	2.3-2.9	---

El pavimento proyectado corresponde a un Concreto de Cemento Portland Simple con refuerzo continuo y considerando que lateralmente estará confinado, se asumirá un $J = 2,9$.

Dimensionamiento de Losa

La dimensión de las losas se efectuará teniendo en consideración lo establecido en la siguiente tabla:

Ancho de carril (M) = Ancho de losa (M)	Longitud de losa (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Referencia: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" Sección: Suelos y Pavimentos", aprobado mediante RD N°05-2013-MTC/J14

El tamaño de las losas determina la disposición de las juntas transversales y las juntas longitudinales. La longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m. De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta la sección de la vía para el presente diseño se ha definido la longitud de losa presentado en el siguiente cuadro:

Tabla 16 Dimensiones de losa

SECTOR	ANCHO	LARGO
	(m)	(m)
Km. 94+520 – Km. 94+720	3.3	4.1

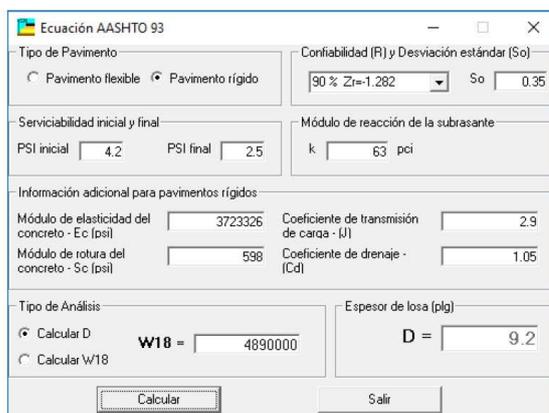
8.2 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Para el diseño del pavimento rígido se adoptaron los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 57: Resumen de parámetros de diseño de pavimento rígido

Estación de Peaje	Años	EAL	Modulo Resiliente Diseño Mr	Ec	Sc	J	Cd	Módulo de reacción de Diseño K (pci)	D Espesor Losa (pulg)
Km. 94+520- Km. 94+720	20	4.890E+06	16130.9	3723326	598	2.9	1.05	63	9.2

Tabla 58: Calculo de diseño de Pavimento Rígido



Aplicando el Nomograma y/o la Ecuación de Diseño, para un **periodo de diseño de 20 años**, se obtuvo un espesor de losa de concreto $D=9,2$ pulg. Por lo tanto la estructura de pavimento obtenida es la siguiente:

Tabla 59: Espesores de Diseño propuesto

ESTACIÓN DE PEAJE	ESTRUCTURA PAVIMENTO	
	Concreto de cemento portland (cm)	Subbase Granular (cm)
km 94+520- km 94+720	24,0	15,0

8.3 DISEÑO DE JUNTAS

Para la construcción del pavimento rígido, se distinguen los siguientes tipos de juntas.

8.3.1 Juntas Longitudinales

Son aquellas que delimitan los carriles de la vía.

a) Juntas longitudinales de contracción

Las juntas longitudinales de contracción dividen los carriles de tránsito y controlan el agrietamiento y fisuración cuando se construyen en simultáneo dos o más carriles. En ese caso, se logran mediante el corte a la tercera parte del espesor de la losa de concreto, con un disco de 3mm. La transferencia de carga en las juntas longitudinales se logra mediante la trabazón de los agregados y se mantiene con el empleo de barras de amarre que son de acero y corrugadas.

b) Juntas longitudinales de construcción

Se constituyen de acuerdo al encofrado utilizado o las pasadas de la pavimentadora de encofrado deslizante. La transferencia de carga se puede lograr mediante el empleo de juntas machihembradas de acuerdo al espesor de losa definido en el ítem 8.2.

8.3.2 Juntas Transversales

Son aquellas dispuestas en sentido perpendicular a las longitudinales:

a) Juntas transversales de contracción

Son las juntas que son construidas transversalmente al eje central del pavimento y son espaciadas para controlar la fisuración y el agrietamiento provocado por la retracción del concreto y por los cambios de humedad y temperatura. De ser posible se hará coincidir las juntas transversales de contracción con las de construcción.

El espaciamiento recomendado entre juntas no debe exceder los 4.50 metros. Se realizan cortando el concreto hasta la tercera parte del espesor de la losa, con un disco de corte de 3mm, que logra la abertura suficiente para inducir la fisura. La transferencia de cargas se puede dar mediante la trabazón de los agregados o mediante el empleo de pasadores.

b) Juntas transversales de construcción

Son las juntas generadas al final de la jornada de trabajo. Estas juntas se deben localizar y construir en el lugar planeado siempre que sea necesario. En estas juntas se requiere el empleo de pasadores para la transmisión de carga.

c) Juntas transversales de dilatación

Los pavimentos de concreto normalmente no requieren este tipo de juntas. A todas las juntas de contracción que estén al menos a 30 metros se les deben colocar pasadores para garantizar la transmisión de carga, dado que se ha reducido la eficiencia de la trabazón de agregados por la presencia de la junta de dilatación. Cuando no presentan pasadores, las juntas de dilatación se diseñan con un sobre espesor en los bordes adyacentes.

8.3.3 Pasadores o dowles

Incrementan mecánicamente la transferencia de carga aportada por la trabazón de agregados. Son barras de acero liso insertadas en la mitad de las juntas con el propósito de transferir cargas sin limitar el movimiento de las losas y permitir el alineamiento vertical y horizontal

Se emplean para para disminuir las deflexiones y los esfuerzos del concreto reduciendo tanto el escalonamiento, bombeo y las fallas de esquina.

Tabla 17 Diámetros y longitudes de pasadores

Rango de espesor de losa (mm)	Diámetro		Longitud del pasador o dowles (mm)	Separación entre pasadores (mm)
	cm	Pulg.		
150 – 200	25	1"	410	300
200 – 300	32	1 1/4"	460	300
300 – 430	38	1 1/2"	510	380

Referencia: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" Sección: Suelos y Pavimentos", aprobado mediante RD N°05-2013-MTC/14

De acuerdo al espesor de losa definida, se define el uso de dowles de 11/4" de diámetro, longitud de 46.0 cm y espaciadas cada 30 cm

8.3.4 Barras de Amarre

Las barras de amarre son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes, mejorando la trabazón de los agregados y contribuyendo a la integridad del sello empleado.

Tabla 18 Diámetros y longitudes en barras de amarre

Espesor de losa (mm)	Tamaño de varilla (cm) diam. x long.	Distancia de la junta al extremo libre	
		3.00 m	3.60 m
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	1.59 x 81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	1.59 x 82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	1.59 x 84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	1.59 x 86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	1.59 x 89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	1.59 x 91	@ 91 cm	@ 91 cm

Referencia: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" Sección: Suelos y Pavimentos", aprobado mediante RD N°05-2013-MTC/14

De acuerdo al espesor de losa definida, se define el uso de barras de amarre de 1.27 x 76 cm con un espaciamiento de 76 cm

8.4 Estructura de pavimento rígido

De los cálculos efectuados se define la construcción de un pavimento rígido, siendo la estructura definida la siguiente:

Tabla 19 Estructura de pavimento rígido

SECTOR	ESTRUCTURA PAVIMENTO	
	Losa de Concreto de Cemento Portland (cm)	Subbase Granular (cm)
Km. 94+520 – Km. 94+720	24,0	15,0

Losa de concreto

Dimensión de Paño = **3.3m x 4.1m (ancho x largo)**

Espaciamiento de juntas de contracción = **4,1 m.**

Barras de transferencia de carga (Dowells)

Diámetro : **3,18 cm (1 ¼")**

Longitud : **46 cm.**

Espaciamiento entre barras: **30,0 cm.**

Barras de Amarre

Diámetro : **1.27 cm (1/2")**

Longitud : **76 cm.**

Espaciamiento entre barras: **76 cm.**

Las secciones típicas del pavimento rígido con el detalle correspondiente de juntas se adjuntan al presente informe como anexo.

8.5 Bermas en el Pavimento

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona como precipitaciones pluviales y las recomendaciones del manual de carreteras (sección suelos y pavimentos) del MTC para las bermas de ancho menor o igual a 1.2 m, se define el espesor total del pavimento rígido (24 cm), el cual será ejecutado en forma simultánea. Se emplearán barras de amarre en la junta longitudinal y pasadores en las transversales.

9.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO

Consiste en el conjunto de servicios de reparación localizados en el pavimento, limpieza y remoción de escombros. Además de las reparaciones localizadas, la conservación rutinaria cumple la función de mantener la superficie del pavimento limpia, a través de la remoción de basura, tierra y escombros, lo que es esencial tanto para la seguridad del tráfico como para evitar la obstrucción de las estructuras de drenaje. Debemos indicar que el mantenimiento rutinario del pavimento, tiene como objetivo intervenir en forma oportuna sobre las fallas detectadas en la evaluación de los pavimentos, como:

- ✓ Piel de Cocodrilo
- ✓ Fisuras Longitudinales
- ✓ Deformación

- ✓ Ahuellamiento
- ✓ Reparación o bacheo
- ✓ Desprendimiento
- ✓ Huecos o baches
- ✓ Fisuras transversales
- ✓ Exudación
- ✓ Daño berma
- ✓ Bordes deteriorados

El mantenimiento rutinario se deberá realizar durante el periodo de vida útil.

9.2 MANTENIMIENTO PERIÓDICO

El mantenimiento periódico consiste en las actividades y técnicas destinadas a la preservación de la integridad estructural y de calidad de la superficie de rodadura, o sea, se trata de la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo (preservación de las cualidades características de la estructura del pavimento) Por tanto, los servicios de mantenimiento periódico o mantenimiento preventivo sirven para:

- ✓ Asegurar la prolongación de la vida útil del pavimento
- ✓ Mantener los requisitos mínimos de comodidad y seguridad ofrecidos por la vía a los usuarios en las velocidades de operación
- ✓ Garantizar que los costos operacionales de los vehículos y el tiempo de viaje estén siempre dentro de los niveles aceptables y compatibles con las inversiones realizadas.

Esto será obtenido por medio de la protección física de la superficie de rodadura mediante sellos asfálticos, de refuerzos de la estructura mediante recapeos asfálticos, de ejecución de las actividades previas de tratamiento de fisuras, reparación de bordes, parchados y del funcionamiento adecuado del sistema de drenaje.

El propósito fundamental de todo trabajo de mantenimiento periódico o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de serviciabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión requerida.

9. CONCLUSIONES

- A partir de la determinación del Valor Relativo de Soporte (CBR) compuesto en los puntos de exploración se definió el CBR de diseño aplicando el criterio de promedios propuesto por la metodología AASHTO. Los valores finales de módulo resiliente empleados en el diseño son finalmente

Subtramo	M. Resiliente C. Izquierdo (PSI)	M. Resiliente C. Derecho (PSI)	M. Resiliente de diseño (PSI)
Km. 52+920 – Km. 69+000	15499.72	16808.28	16154.00
Km. 69+000 – Km. 84+400	17645.66	16827.10	17236.38
Km. 84+400 – Km. 102+819	17038.88	16950.63	16994.75

- El Número de Ejes Equivalentes (ESAL) empleado en el diseño ha sido tomado íntegramente del estudio de tráfico elaborado específicamente para el proyecto y que define el IMD por tipo de vehículo, las tasas de crecimiento y factores de carga (FD) para una condición "con control de cargas" de acuerdo al reglamento vigente
- El Número de Ejes Equivalentes de Diseño (ESAL) para cada sector definido Carretera Huánuco – La Unión – Huallanca, Tramo 2: Km. 52+920 al Km. 102+819 es:

Estación	0-20 años	0-10 años	10-20 años
E3	2.446 E+06	1.010 E+06	1.436 E+06
E4	1.999 E+06	8.264 E+05	1.172 E+06
E5	4.072 E+06	1.682 E+06	2.390 E+06

- Se ha efectuado el diseño del pavimento flexible para el periodo de 20 años en una y dos etapas, empleando la metodología AASHTO 1993.
- La estructura de pavimento flexible definida para 20 años, en 2 etapas indica los espesores siguientes:

Tramo	Espesor (cm.)		
	Carpeta Asfáltica	Base Granular	Refuerzo Asfáltico (Años 10)
Km. 52+920 - Km. 69+000	7.5	25.0	4.0
Km. 69+000 - Km. 84+400	7.5	22.5	4.0
Km. 84+400 - Km. 102+819	7.5	30.0	4.0

Nota: Del km 94+520 al km 94+720, se ha definido construir una estación de peaje con Pavimento Rígido con periodo de diseño 20 años.

- La estructura definida a construir es la correspondiente a 20 años (Pavimento Rígido – Peaje), el espesor es el siguientes:

Estación de Peaje	Espesor (cm.)	
	Losa Rígida (Resistencia Flexo Tracción del Concreto 42 kg/cm ²)	Sub Base
Km. 94+520 -- 94+720	24.0	15.0

- Para los sectores en roca la estructura propuesta es:

Subsector		Espesor (cm)	
Inicio	Fin	Carpeta Asfáltica	Base Granular
57+270	58+630	7.5	15.0
53+330	53+870	7.5	15.0
54+150	55+670	7.5	15.0
56+270	56+610	7.5	15.0
60+410	60+770	7.5	15.0
65+810	66+710	7.5	15.0
76+610	77+550	7.5	15.0
78+110	78+510	7.5	15.0
79+450	80+550	7.5	15.0
84+070	84+650	7.5	15.0
84+850	85+250	7.5	15.0
87+010	87+410	7.5	15.0
88+210	88+590	7.5	15.0
97+190	97+790	7.5	15.0

- Para la estructuración del pavimento se ha tendido en cuenta las siguientes consideraciones:
 - ✓ Criterio de espesores mínimos establecidos por la metodología AASHTO 93 a fin de tener una superficie de rodadura resistencia a las condiciones de tráfico y clima pero al menor costo para el proyecto.
 - ✓ Escasa disponibilidad de fuentes de materiales para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente (MAC) y el elevado costo de trituración primaria, secundaria y terciaria de la piedra, así como lavado de la arena.
 - ✓ Escasa disponibilidad de fuentes de materiales para la producción de base granular y el elevado costo de trituración primaria y secundaria para la piedra.
 - ✓ Disponibilidad de materiales de sub-base y necesidad de colocación de espesores mínimos de esta en los sectores de roca.
- Los coeficientes de aporte estructural de las capas de mezcla asfáltica, base, subbase y relleno empleados son correspondientes con la calidad de los materiales definidos en el estudio de canteras y fuentes de agua.
- Dadas las condiciones de cálculo consideradas en el cálculo de refuerzo (PSI final 1.5), previa a la colocación de los refuerzos se deberá efectuar necesariamente la evaluación del pavimento a fin de verificar su condición tanto funcional como estructural.
- Las bermas en el pavimento flexible serán la continuación de la estructura colocada en la calzada y serán conformadas en forma conjunta con esta.

- Las bermas en el pavimento rígido de ancho menor o igual a 1.2m, tendrán el mismo espesor que la losa de la calzada (24 cm), y será construida en forma simultánea con la calzada. Se emplearán barras de amarre en la junta longitudinal y pasadores en las transversales
- Del análisis de la información meteorológica recolectada se concluye que la temperatura media es de 7.9°C por lo que corresponde según las EG-2013 el siguiente tipo de cemento asfáltico.

Sub-tramo	T. Media Anual (°C)	Cemento Asfáltico	Altura(msnm)
52+920 – 102+819	7.9	Pen 85-100	3966 - 2980

- El parámetro para el control de la resistencia del concreto será el ensayo de flexo-tracción siendo el valor de diseño a cumplir a los 28 días de 42 Kg/cn²