

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



ANÁLISIS Y ESTUDIOS DE SUELOS Y SU APLICACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL TRAMO 19 DE UNA CARRETERA EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO UCAYALI 2018.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Hammer Omar Becerra Tello

Asesor:

MBA Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios por permitirme estar con vida y a mi familia por su apoyo constante en esta etapa de trabajo y estudio que se empezó con el objetivo firme de concluirlo.

AGRADECIMIENTO

A mi familia y compañeros de estudio, profesores que siempre supieron apoyarme en todos los momentos y etapas de estudio, por su preocupación y apoyo constante.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Descripción de la empresa	14
1.2 Antecedentes	20
1.3 Realidad problemática.....	32
1.4 Formulación del problema	41
1.5 Justificación.....	42
1.6 Objetivos	43
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	45
2.1 Modelo aplicado y desarrollado en la empresa Consultora y Constructora CETUS S.A.C. en Ucayali -Pucallpa.....	46
2.2 Bases teóricas	49
2.3 Limitaciones de la investigación	59
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	60
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	121
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	127
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS	132
ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema Nacional de Carreteras – SINAC	11
Tabla 2 Relación de accionistas	15
Tabla 3 Identificación de los peligros naturales y socio-naturales en el área de influencia.	21
Tabla 4 Características de las zonas altitudinales de la región Ucayali	38
Tabla 5 Norma ASTM D 2488-000 (American Society for Testing and Materials)	40
Tabla 6 Granulometría correspondiente según tipo de afirmado	41
Tabla 7 Los rangos de pendiente de suelo se presentan en la siguiente tabla.	50
Tabla 8 Coordenadas de Puntos de control GPS – Red Primaria y Secundaria	71
Tabla 9 Canteras identificadas cercanos al proyecto	74
Tabla 10 Clasificación de la Grava en el Sistema SUCS	77
Tabla 11 Resultados de Ensayos para Relleno	78
Tabla 12 Relación de Calicatas y Muestras Extraídas	81
Tabla 13 Ensayos Estándares del Suelo de Fundación	84
Tabla 14 Ensayos Especiales – Proctor y CBR	86
Tabla 15 Porcentaje por Tipos de Suelos - Sector 3 - Primer Estrato.....	89
Tabla 16 Porcentaje por Tipos de Suelos - Sector 3 - Segundo Estrato.....	90
Tabla 17 Porcentaje por Tipos de Suelos - Sector 3 - Tercer Estrato	91
Tabla 18 Estado de suelo según el índice de consistencia	92
Tabla 19 Valores Obtenidos del Índice de Consistencia.....	94
Tabla 20 Sectorización Tramo: Campo Verde – Nueva Requena	96
Tabla 21 Ensayos de CBR para la capacidad portante de los suelos	123
Tabla 22 Presencia de Nivel freático en ensayos de Calicatas	127
Tabla 23 Ensayos Especiales – Proctor y CBR	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calidad y Pavimentación de Carreteras.....	12
Figura 2. Sub Negocios de la empresa	13
Figura 3. Sub Negocios de la empresa	14
Figura 4. Matriz FODA	17
Figura 5. Análisis FODA.....	17
Figura 6. Imágenes del mantenimiento de una carretera en la Región Ucayali –Coronel Portillo.....	18
Figura 7. Capas por niveles de la subrasante del suelo	28
Figura 8. Cargas aplicadas en sobre las subrasantes	28
Figura 9. Suelos Tropicales que sufrieron erosión hídrica.....	29
Figura 10. Suelos Tropicales en formación afectados por la erosión.	29
Figura 11. CBR de material granular - Lodo aceitoso.	30
Figura 12. Ensayo de estabilidad hídrica.....	30
Figura 13. Espectro de composición química del lodo aceitoso.....	31
Figura 14. Estabilizadores Químicos en el suelo.	32
Figura 15. Método de ajuste para corregir por concavidad hacia arriba e irregularidades de superficies.....	35
Figura 16. Modelo de Fuerzas Fundamentales Michael Porter (1994).....	48
Figura 17. Corrección de origen físico del Ensayo CBR in situ.....	55
Figura 18. Deslizamiento de la presión de carga de rueda a través de la estructura de un pavimento flexible.....	58
Figura 19. Sección transversal típica de un pavimento flexible en una sección en balcón. .	58
Figura 20. Gráfico de mejoramiento de suelos en Carretera de Ucayali.....	60

Figura 21. Salud, seguridad y medio ambiente.....	62
Figura 22. Plan estratégico de la empresa con sus indicadores y metas.	63
Figura 23. Ubicación del Proyecto.....	64
Figura 24. Ubicación de la zona del proyecto Coronel Portillo	65
Figura 25. Punto de control GPS-01 monumentado	67
Figura 26. Equipo GNSS: Trimble R8 modelo	67
Figura 27. Punto de control GPS-02 monumentado.	68
Figura 28. Equipo GNSS: Trimble R8 modelo - Croquis de enlace con la base de rastreo permanente.....	68
Figura 29. Croquis de los enlaces realizados para la obtención de cotas y coordenadas.....	70
Figura 30. Excavación con Retroexcavadora en la Cantera San José.....	75
Figura 31. Vista panorámica de la Cantera Zanja Seca	76
Figura 32. Vista panorámica de la Cantera Zanja Seca	76
Figura 33. Excavación de las calicatas con el uso de una retroexcavadora	79
Figura 34. Vista del material de la calicata en la Cantera Guimeal.....	80
Figura 35. Material de suelo para el laboratorio	83
Figura 36. Tipo de suelos - Sector 3 – Primer Estrato	88
Figura 37. Tipo de suelos – Sector 3 – Segundo Estrato.....	90
Figura 38. Tipo de suelos - Sector 3 - Tercer Estrato	91
Figura 39. Cálculo de esfuerzos por Boussinesq para espesor de Mejoramiento de $e=65$ cm ⁹⁶	
Figura 40. Sectores y Espesores para el Mejoramiento de Suelos de la Subrasante	108
Figura 41. Diagrama de flujo del proceso general.	109
Figura 42. Diagrama de fFlujo de los trabajos preliminares	110
Figura 43. Diagrama de Flujo en la etapa de estudio de suelos.....	111
Figura 44. Diagrama de flujo de estudio de suelos para el mejoramiento de Carreteras...	112

Figura 45. Diagrama de flujo de la revisión de documentos.	113
Figura 46. Carretera de la vía inundada por agua – Factor Climático	114
Figura 47. Deformación de la plataforma Km 10+600 de severidad alto	115
Figura 48. Presencia de baches con un nivel de severidad alto en los suelos.	115
Figura 49. Mediciones y reporte de inicio de la obra.....	116
Figura 50. Equipo GNSS: Trimble R8 modelo 4	116
Figura 51. Ensayos de calicatas efectuadas en la parte laterales de las vías.	117
Figura 52. Calicata C-1, de 0.30m a 1.70 m Arena arcillosa con grava (SC-SM)	117
Figura 53. Excavación de las calicatas con el uso de una retroexcavadora	118
Figura 54. Vista del Top Soil de la Cantera Fundo Canaán	118
Figura 55. Vista del material de la Cantera Sheshea.....	119
Figura 56. Vista panorámica de la Cantera Sheshea	119
Figura 57. Fotografía del punto de partida GPS-01	120
Figura 58. Ubicación de las canteras respecto al eje proyectado	122
Figura 59. Sectores de CBRs menores a 6	125

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Inducción de seguridad, salud ocupacional	136
Anexo B. Autorización de trabajo de la empresa	137
Anexo C. Formato de requerimientos de materiales de obra.....	138
Anexo E. Informe de no conformidades	140
Anexo F. Formato de informe de seguimiento y control a las no conformidades.....	141
Anexo G. Procedimiento de selección del personal.....	142
Anexo H. Panel fotográfico	143

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de suficiencia profesional tiene por finalidad el análisis de suelos ejecutando calicatas con muestras de ensayos que se efectuaron en la localidad de la región Ucayali para el mejoramiento de la carretera en el distrito de Nueva Requena en provincia de Coronel Portillo que ha sido estudiado y evaluado a través de la ejecución de pozos exploratorios (calicatas) en suelos y canteras encontradas a lo largo del proyecto, el problema como la falta de mejoramiento de carreteras como hundimientos y grietas me permitió establecer propuestas de mejoramiento en la pavimentación. Se realizó una serie de ensayos con procedimientos planificados para su ejecución considerando las condiciones del clima, topografía, así como su geografía y tipo de suelo característico, en la metodología empleada comprende una investigación de campo a lo largo del tramo con obtención de muestras con características representativas y las cuales se han efectuado los ensayos CBR para determinar la capacidad portante de los suelos. Se aplicó herramientas de solución como criterios de verificación de suelos y también con la metodología AASHTO se han establecido los CBR para definir el diseño de los pavimentos con lo cual se garantizará que la estructura este conformada por capas consolidadas y con una mejor categoría de subrasante, las competencias profesionales desarrolladas es la parte técnica, ambiental e interrelación con los pobladores de la zona para un adecuado desarrollo y ejecución del proyecto. De los resultados obtenidos aplique soluciones para mejorar el tipo de fundación de suelo sobre la que se va a cimentar la pavimentación de la carretera y se precisó sobre qué tipo de suelo se va desarrollar este proyecto para el tramo de la carretera.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Una de las razones por las que, en el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (MTC, 2016, pág. 25) menciona que se deberá identificar para reducir los criterios lógicos y técnicos mal planteados en la construcción y pavimentación de carreteras es realizando un adecuado estudio de suelos para evitar las fallas geológicas, fisuras y hundimientos de terreno que se dan después de ser construidos.

(SINAC, 2016, pág. 24) Sistema Nacional de Carreteras según los indicativos se puede observar que el número de carreteras de las redes viales departamental y vecinal de la región oriente en Ucayali carece de estudios previos por lo que se está realizando un plan estratégico nacional 2021 para contar con mejores vías para el bicentenario en nuestro país. (pág. 23)

Tabla 1

Sistema Nacional de Carreteras – SINAC

Red vial	Pavimentado	Porcentaje e %	No pavimentado	Porcentaje e %	Red vial existente	Porcentaje e %
RV Nacional ^{1/}	18.420	69,7	8.016	30,3	26.436	15,9
RV Departamental	2.430	9,7	22.582	90,3	25.012	15,1
RV Vecinal ^{2/}	1.925	1,7	112.741	98,3	114.665	69,0
Total (Km)	22.775	13,7	143.339	86,3	166.114	100,0

Fuente: IVB 2010, MTC-OE-OGPP

(Gestión, 2016, pág. 3) La falta de carreteras representa el 20% de la brecha total de infraestructura en el país a esto se suma que la calidad de carreteras medida con el índice de Competitividad Global 2015-2016 elaborado por el Foro Económico Mundial, nos menciona que disminuimos en ese periodo ya que pasamos del puesto 92 al 111 en dicho rubro, lo cual nos indica que tenemos que mejorar en este sector. Las carreteras son el medio de conectividad más importante en nuestro país. Además de su función primaria de permitir el traslado de las personas, son un activo utilizado tanto en el sector público como el privado y

nos permite reducir los costos logísticos y de transacción sobre todo para los mercados regionales, que gracias a ella consiguen una mayor integración con los centros económicos de la costa, así en conjunto la economía está mejor si cuenta con más carreteras y estas son de calidad por el mayor tiempo de durabilidad (Comex Perú 2018).

Según el Índice Global de Competitividad (WEF 2016, pág. 7), la calidad de la Infraestructura del Perú pasó de 2.4 a 3.2, del 2008 al 2015. En carreteras también nos indica que mejoró, de 2.6 a 3.0 puntos. No obstante, que este indicador se calcula con las carreteras pavimentadas entre la población total además de las encuestas de opinión- se evidencia que hay una brecha significativa a pavimentar, de manera significativa en las redes sub nacionales, a cargo de los G. Regionales y Locales.

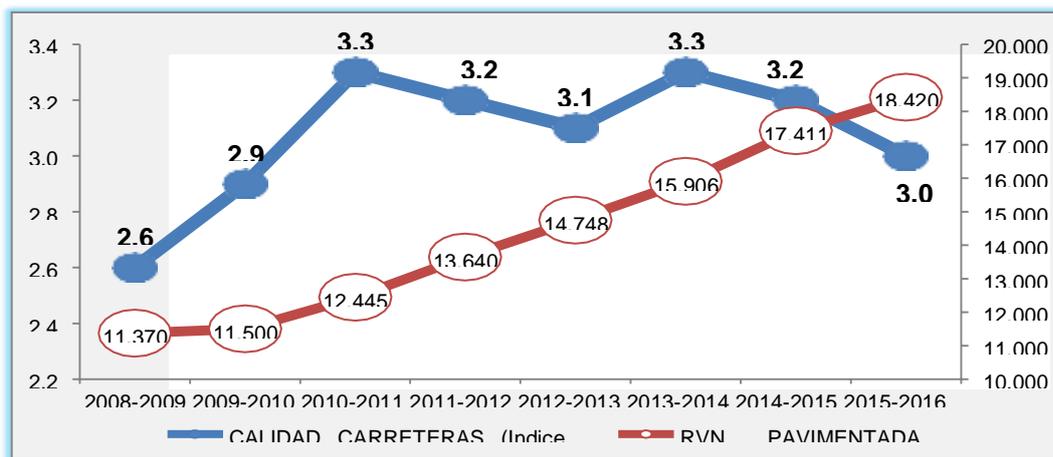


Figura 1. Calidad y Pavimentación de Carreteras.

Fuente: MTC 2018.

Según la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA, 2016 , pág. 12) destaca el problema de la conectividad y desarrollo de los pueblos de la región Ucayali como un tema urgente, sin embargo en reiteradas ocasiones ha propuesto otras alternativas en vez de la mencionada carretera, como fortalecer el puente aéreo entre Pucallpa y Puerto Esperanza, o promocionar la vía multimodal, una ruta que consiste en usar diversos modos de conexión (aérea, fluvial y terrestre) para conectar Purús con Madre de Dios, a través de las vías que ya existen en Brasil (pág. 13).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017 pág. 12), La producción de Ucayali ha tenido un crecimiento de 5,3% promedio anual en el período 2012 – 2019, lo que contribuyó a un crecimiento de 3,5% anual del PBI per cápita en este período. A diferencia de otras regiones, Ucayali ha mantenido un ritmo de crecimiento estable del 6% en el sector construcción, siendo una de las regiones con menor volatilidad de la actividad económica a nivel nacional esto le permite consolidar su economía en la región. (pag13).

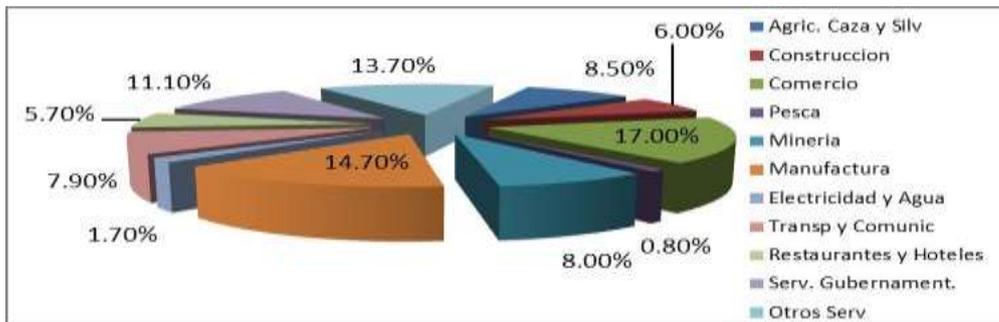


Figura 2. Sub Negocios de la empresa

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática-INE, 2017. Modificado por el Gobierno Regional de Ucayali, 2018.

Según la Revista Agronoticias (2017, pág. 16), Los recursos naturales en los pueblos de Ucayali es un factor a explorar y aprovechar realizando mecanismos de acción con las autoridades locales, la falta de tecnología y los escasos recursos en los gobiernos locales a generado recién una reacción del gobierno central a través de los gobiernos regionales para activar el desarrollo y la industria recién en los últimos años se ha facilitado la inversión privada con la construcción de supermercados y vías de conexión con las zonas rurales para un mejor desarrollo de la región (pág. 17). La implementación de mejores vías terrestres genera un mayor desarrollo para la región y su productividad agrícola será mucho mejor aprovechada pues estos cuenta con recursos naturales que generan un mayor ingreso económico para sus habitantes (pág. 21).

Debido a esto se elaboró esta investigación de suficiencia profesional llamado “Análisis y estudios de suelos y su aplicación para el mejoramiento del tramo 19 de una

carretera en la provincia de Coronel Portillo Ucayali ”, en la empresa Consultora y Constructora Cetus S.A.C, donde se planteó como objetivo general determinar la influencia del estudio de suelo estableciendo la capacidad de soporte como una mejora en el pavimento de la carretera del kilómetro 19+050 al km 22 y proyectar espesores de mejoramiento de suelo de la carretera Coronel Portillo – de la Región Ucayali.

1.1 Descripción de la empresa

Consultora y Constructora Cetus S.A.C es una empresa constructora de infraestructuras en los sectores público y privado, ejecutando concesiones y licitaciones con el estado. A partir de una gestión eficiente y con los sistemas de calidad eficiente, tanto en planificación, expedientes técnicos y construcción de obras de pavimentación en el Perú.

Dentro de la unidad de negocios del sector construcción están divididos en Sub negocios los cuales se verán en el siguiente cuadro:

Infraestructuras Viales	Obras civiles	Edificacion
Construcción de carreteras	Centrales de energía	Comercial
Rehabilitación y mejoramiento	Presas y represas	Empresarial
Conservación y mantenimiento	Líneas de conducción hidráulica	Viviendas
Movimiento de tierras	Saneamiento	Estacionamientos

Figura 3. Sub Negocios de la empresa

Y las acciones de la empresa se dividen solo en dos las cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 2

Relación de accionistas

Relación de accionistas	Porcentajes
Hugo Henrich O.	60.00%
Alejandro Marcelo S.	30.00%
Elvis Flores Z.	10.00%

Consultora y Constructora Cetus S.A.C. ha ejecutado varios proyectos de consultoría y ejecución de obras dentro de los más importantes son los siguientes:

- Servicios de Consultoría y Obras de habilitación Urbana del Corredor vial (Av. Grau) - Paucarpata– Arequipa.
- Instalación de Redes de agua Potable y Alcantarillado, Calle las Mimosas, Distrito San Juan de Lurigancho - Huachipa
- Construcción y Mantenimiento del Componente I: Construcción de la Presa Tronera Sur y Túnel Trasandino del Proyecto Hidroenergético del Alto Piura
- Proyecto de electrificación y mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en la localidad de Campo Verde, Distrito de Campo Verde – Coronel Portillo –Ucayali.
- Proyecto de Instalación de servicio de agua para riego de los caseríos de Shin Shin, San Cristóbal, Huancapampa, Distrito Cañaris, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque. Perú
- Elaboración del expediente técnico y elaboración de la Obra: Ampliación de torres para servicio de suministros con video cámaras, utilizando la infraestructura del sistema integrado de seguridad con el centro de control de emergencia y seguridad ciudadana, provincia de Cajamarca – Perú.

- **Misión**

Elaborar proyectos de ingeniería y ejecutar obras de construcción que cumplan con los objetivos de nuestros clientes, asegurando una adecuada rentabilidad y compromiso permanente de mantener nuestra calidad, puntualidad, seguridad y precisión en nuestro trabajo.

- **Visión**

Ser una empresa reconocida a nivel nacional, líder en consultoría y proyectos de construcción del país.

- **Valores**

Integridad: Profesionales con ética, seriedad y confiabilidad.

Desarrollo Integral: Compromiso con nuestros proyectos, la seguridad y garantía en cada ejecución.

Excelencia: Actualización e innovación constante para una mejor calidad en los servicios realizados.

Sostenibilidad: Responsabilidad al usar los recursos naturales con respecto al medio ambiente y las comunidades donde se ejecutan las operaciones.

1.1.1. Análisis del entorno mediante la aplicación FODA de la empresa

Consultora y Constructora CETUS S.A.C.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la empresa, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas.

En cambio, las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas, este modelo fue desarrollado por Michael Porter (1995).

MATRIZ DOFA

	Positivos	Negativos
Internos (factores de la empresa)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externos (factores del ambiente)	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Figura 4. Matriz FODA

ANÁLISIS FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
1. La empresa cumple con los contratos.	1. Existe apoyo del gobierno mediante préstamos.
2. Disponibilidad de Equipos y Maquinaria adecuada para la construcción.	2. Accesibilidad a créditos en los bancos.
3. Los trabajos realizados son garantizados.	3. Estabilidad de las tasas de interés.
4. La infraestructura física de la empresa es adecuada para el trabajo.	4. Participación en los proyectos del Gobierno Regional y Locales
5. La empresa brinda capacitación constante al personal.	5. Buenas relaciones con las autoridades gubernamentales.
6. Existe experiencia y profesionalismo del técnico.	6. Proveedores que le suministra materiales de calidad.
7. Utilizan medios tecnológicos.	
DEBILIDADES	AMENAZAS
1. La empresa no cuenta con plan estratégico	1. Competencia desleal del mercado en las licitaciones.
2. Algunos empleados no conocen la misión, visión, principios y los valores.	2. Creación de nuevas empresas con la misma actividad y rubro
3. Existen falencias en el proceso administrativo.	3. Renovación de autoridades gubernamentales en el país.
4. Deficiente publicidad de la empresa	4. Incremento de costos de materia prima para la obra
5. Capacidad logística limitada para algunas provincias	6. Ante extorsiones de sindicatos externos a la obra

Figura 5. Análisis FODA

1.1.2. Alcance de los trabajos y ejecución de proyecto de la empresa Consultora y Constructora Cetus S.A.C

Constructora Cetus realiza servicios de consultoría, elaboración de expedientes técnicos en pavimentación para Gobierno Regionales y locales en el 2018 se adjudicó de la licitación para la localidad de Ucayali, Av. Coronel Portillo en la región Ucayali aquí se está ejecutando una obra de mejoramiento en la pavimentación que va a beneficiar a la comunidad para un mejor desarrollo económico para la región oriental.



Imágenes del proyecto con desnieves

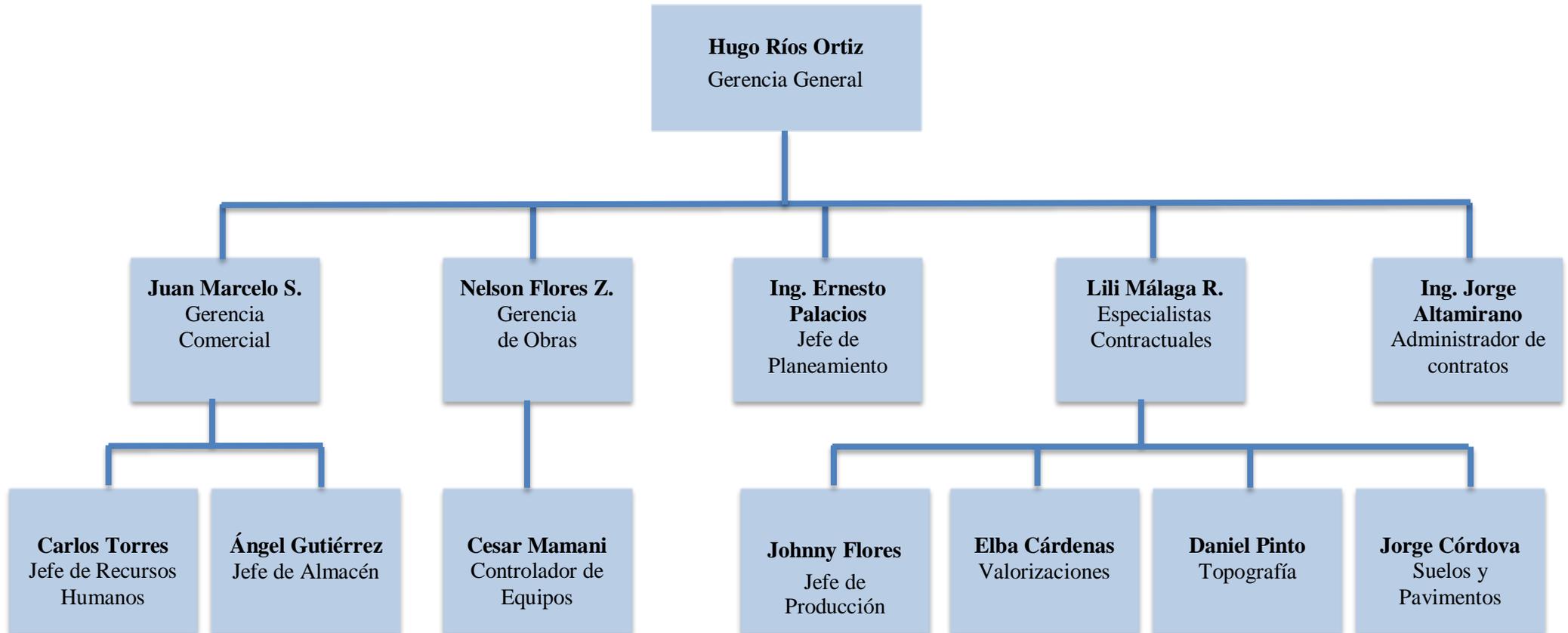


Carretera Coronel Portillo



Figura 6. Imágenes del mantenimiento de una carretera en la Región Ucayali –Coronel Portillo.

1.1.3. Organigrama de la empresa CONSULTORA Y CONSTRUCTORA CETUS S.A.C.



1.2 Antecedentes

(Requíz Cristóbal, (2018)) nos dice en su tesis “Aplicación de la metodología MTC en estudio de suelos tropicales con fines de pavimentación en la selva baja del Perú. Caso: Caminos vecinales de Madre De Dios”. (Tesis en ingeniería) Universidad Nacional Federico Villareal de Lima, lo que se menciona en esta tesis es la importancia y su aplicación del estudio de suelos tropicales con fines de pavimentación, que se pueden definir y aplicar las características de sus propiedades y comportamiento geotécnico de estos suelos para determinar la conformación de la sub rasante o cuerpo sólido del pavimento. Las deficiencias de estos estudios en el Perú son debido a los criterios inadecuados que presentan para conocer las propiedades intrínsecas y prever el comportamiento mecánico y estructural de los suelos tropicales de esta región, esto influye en el tiempo de vida útil de las infraestructuras viales que sobre estos suelos se construyen con fines a que tenga una máxima durabilidad.

La investigación de esta problemática se desarrolló por el interés de conocer las deficiencias técnicas y empíricas de la metodología tradicional aplicada en el suelo tropical teniendo en cuenta su estratificación y por pavimentos pobres que lo conforman sobre estos suelos, y conocer las desventajas económicas que estas generan en su aplicación.

Se necesita proponer una mejor metodología que sea desarrollada con un criterio específico para el estudio de los suelos tropicales que permita conocer las características intrínsecas de estos suelos y prever su comportamiento geotécnico en toda esta etapa, lo cual posibilita el empleo de los propios suelos de la zona en la conformación de pavimentos al incluir un método adecuado de estudio. De esta manera, garantizar el tiempo de vida útil de las infraestructuras viales en la selva baja, lo que devendrá en un mayor desarrollo socioeconómico en las comunidades involucradas de la región.

Con esta investigación y antecedente se enfatiza en actualizar la reglamentación y aplicación de la metodología MTC en el estudio de todo suelo tropical de la sierra y selva del Perú, con fines de pavimentación, para lo cual se analizan los resultados obtenidos en los ensayos, se comparan los pavimentos estructurados de acuerdo al método AASHTO 93, y se propone el método SAFL (Suelo Arenoso Fino Laterítico) para mejorar la estructuración de pavimentos.

Tabla 3

Identificación de los peligros naturales y socio-naturales en el área de influencia

Clasificación de suelo	Superficie	Porcentaje
Cultivos en Limpio	441,084	4.3
Cultivos permanente	404,313	3.9
Pastos	693,313	6.8
Producción Forestal	7'434,735	72.6
Protección	1'267,610	12.4
Total	10'241,055	100.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. Compendiado de Ministerio de Agricultura (2014)

Según (Gonzales Chaves, (2015)) en su tesis “Fallas en el pavimento flexible de suelos de la avenida Vía de Evitamiento Sur, Cajamarca, 2015” (Tesis de ingeniería), Universidad Privada del Norte del Perú. En este trabajo hace mención de la importancia del estudio de suelos y su influencia para construcción de pavimentos en la ciudad de Cajamarca debido al desgaste ha ido aumentando a consecuencia del incremento del parque automotor que utiliza diariamente las vías que se construyen con el objetivo de brindar mejor comodidad para las personas que lo utilizan a diario, sin embargo, los pavimentos de dichas vías presentan deterioros, lo que genera malestar e inseguridad en los conductores que conducen sus

vehículos por las vías en mal estado. El factor económico que afecta a la región y perjudica a las empresas es en la demora en la remodelación de las avenidas, el desgaste de llantas y el excesivo consumo de combustible de los vehículos y camiones que se produce cuando se acelera y desacelera constantemente; la invasión de carril también se puede atribuir a los pavimentos en mal estado con baches que muchas de las veces genera accidentes de tránsito; otro efecto que acarrea este problema es la mala gestión de las autoridades locales que generan las fallas en los expedientes técnicos, debiéndose tener en cuenta que para tomar medidas correctivas y solucionar estos problemas se tiene que hacer un buen estudio de suelos para superar las fallas en el pavimento flexible (MVCS, 2011)

(Melendez Tafur, (2017)) en su tesis, “Diseño del pavimento del tramo dv. Aeropuerto Pucallpa – altura del cementerio jardín del buen recuerdo, l=10.120 km., Provincia Pucallpa, departamento Pucallpa, región Ucayali”, Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de San Martín –Tarapoto. Perú. En este trabajo de investigación se ha desarrollado aplicando sobre el terreno las teorías y normas existentes de topografía, mecánica de suelos, estudio de suelos, diseño y estudio de pavimentos, de estos estudios se han permitido contar con el diseño de pavimento a nivel de asfalto del tramo dv. aeropuerto Pucallpa – altura del cementerio jardín del Buen Recuerdo, L= 10.120 Km. De estos resultados se evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios de suelos y diseños correspondientes el espesor del pavimento a nivel de asfalto de la vía estudiada. De este diseño de pavimento a nivel de asfalto realizado en la carretera tramo dv. aeropuerto Pucallpa – altura del cementerio jardín del Buen Recuerdo de Ucayali, nos servirá para el expediente a nivel de ejecución de dicha vía y cuando se ejecute dicho proyecto beneficiará a los pobladores de dicha provincia y por ende a toda la región Ucayali. De estos antecedentes que se nos brinda tenemos la importancia que actualmente existe en las carreteras e infraestructura vial urbana con el continuo deterioro del pavimento, ya que esto se da por

motivos de mal diseño o por problemas geológicos que puede tener la zona. Es por eso que debemos tener en cuenta la gran importancia que tienen los estudios de suelos, la geología, la geotecnia, la topografía y nivelación, el índice de tránsito y el tipo de tráfico para un buen diseño estructural del pavimento.

(García Gonzales (2015)) en su tesis “Determinación de la resistencia de la Subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015” Tesis de ingeniería. Universidad Privada del Norte del Perú.

Los estudios de esta investigación nos permitirá conocer si la cal realmente aumenta la resistencia y disminuye su índice de plasticidad en el suelo, pues en Cajamarca aún no se cuenta con investigaciones similares de este tema por lo que esta investigación nos ayudará a tener otra alternativa de solución ante la presencia de suelos limo arcillosos con un valor de CBR menor al 6% obtenido , además al aumentar el valor de CBR del suelo, éste aportará mayor resistencia a la sub-base, base y capa de rodadura del pavimento que está siempre en contacto con las cargas externas del suelo. Se realizará también para enriquecer los conocimientos de mecánica de suelos en su aplicación práctica. En este trabajo se realizaron estudios de estabilización de suelos cohesivos con cal, tuvo como objetivo dar a conocer la Cal como estabilizador de suelos en obras viales, analizando la influencia de este producto en un suelo con muy alta plasticidad. Este trabajo comienza con una investigación minuciosa de la estabilización con Cal en los suelos. Así también se señalan los materiales y métodos utilizados para evaluar este producto por intermedio de ensayos y prácticas de laboratorio, estudiando los efectos sobre las partes físicas y mecánicas de las muestras de suelo.

Durante el desarrollo del trabajo en suelos se busca la estabilización de subrasantes con cal y este trabajo tuvo como objetivo mostrar las mejoras del comportamiento de un suelo de deficiente calidad, al incorporarle varios porcentajes de cal, de acuerdo a su peso seco, teniendo en cuenta también que el suelo funcionará como subrasante en la estructura del

pavimento de estudio. Esta tesis se realizó en tres etapas, la primera fue la recolección de información y datos, la segunda la fase de laboratorio, se realizó los ensayos de Proctor (densidad – humedad), CBR (valor soporte), límite líquido, límite plástico, granulometría del suelo y absorción por capilaridad; y por último el análisis de todos los resultados. De este antecedente realizado nos indica que los porcentajes de cal disminuyeron la plasticidad, aumentaron su valor soporte y crearon una capa protectora contra el agua que sube por capilaridad, es decir pasa de ser un suelo baja calidad a uno de buena calidad como subrasante.

(Andagua & Perez, (2015)) en su tesis “Evaluación de las técnicas de diseño de pavimentos básicos para la conservación vial del tramo v de la carretera Acobamba – Puente Alcomachay en el departamento de Huancavelica” tesis en ingeniería Universidad Ricardo Palma del Perú.

Aquí se menciona y se establece el problema principal de utilizar las diferentes técnicas de diseño en los pavimentos considerando la ubicación geográfica del lugar tenga un efecto económico en su estudio pues la serranía de la carretera Acobamba carece de cunetas que filtren la acumulación de agua por lo cual dificulta la conservación vial del tramo V de esta carretera Acobamba en el Departamento de Huancavelica, estas carencias llevo a formular como objetivo una mejor técnica de diseño empleando recursos más económicos : AASHTO 93 y NAASRA (antes AUSTROADS), se cumple las especificaciones geotécnicas y de pavimentación de la red vial de carreteras para la cual se define aplicar en esta localidad del Perú: La técnica NAASRA, esto cumplirá en todo el tramo evaluado, y nos proporcionara un pavimento más económico que garantice el cumplimiento de las normas.

Cabe destacar que este trabajo sirve como antecedente debido no hay muchos trabajos en relación a este estudio y estos expedientes técnicos en base a este trabajo eran requeridos por los gobiernos regionales, municipios y ministerios, pero a partir de los cambios donde el

poder ejecutivo asigna a los gobiernos regionales, estas en alianzas con las empresas privadas requieren mejorar los diseños y suelos de los pavimentos.

Este antecedente nos indica la importancia de realizar un correcto uso de los procedimientos para la recolección de la información, trabajos de laboratorio e interpretación de datos para tener resultados convincentes de la ejecución del proyecto.

(Malaver & Tafur, (2018)) en su tesis “Lineamientos básicos para la clasificación de suelos tropicales en Colombia orientado a pavimentos” Tesis de ingeniería civil. Universidad Católica de Colombia.

Menciona que algunos estudios en base a sus lineamientos básicos de suelo tropical se tiene mucho que investigar y que por sus características geotécnicas en Colombia de suelos arcillosos, hay pocas teorías y ensayos realizados que puedan garantizar la aplicación de pavimentación sobre suelos residuales debido a que estos suelos son partículas residuales o también proviene de cristales de mineral meteorizados que se rompen, es por esta razón que para fines de construcción estos suelos presentan limitaciones lo cual no permitirá hacer una buena pavimentación, sus metodologías de clasificación de suelos son muy limitadas y no permiten realizar una correcta clasificación ya que se adecua más a suelos de climas frío y no climas tropicales (Carrillo, 2018), en cambio hay que considerar que los suelos lateríticos se encuentran en un lugar tropical como es la región del Amazonas y a la Orinoquía Colombiana ubicados en Sudamérica.

La clasificación de suelos va presentar limitaciones y deficiencias pues un suelo en zona tropical requiere estudios basados en aspectos de clasificación geotécnicos hasta los criterios de elección y dosificación de materiales para el empleo a realizar en los pavimentos.

En este proyecto los lineamientos básicos se basan en realizar la clasificación de suelos MCT aplicados en Brasil, específicamente para suelos residuales, aquí no se realizar las

pruebas de distribución granulométricas (Límites de Atterberg) a diferencia de las clasificaciones tradicionales, se realizan ensayos de laboratorio de compactación de suelo y pérdida de masa de suelos por inmersión en litros de agua. (Nogami & Villibor, 2015).

Las estadísticas de los trabajos realizados sobre ensayos de suelos efectuados en el Perú tomando como ejemplo las construcciones en pavimentación y aeródromos, cimentación de edificios y la remodelación de los derrumbes en las riberas de los ríos de la selva de la llanura amazónica, se ha definido correlaciones en sus variables de estudio y aplicación para lograr la clasificación de los suelos residuales, utilizando además la información geológica y pedológica, considerando y tomado en cuenta la roca madre propia de cada región (Carrillo-Gil, 1995), en la práctica se ha logrado establecer y aplicar ciertas correlaciones empíricas entre todas las características de plasticidad de los suelos residuales y su clasificación obtenida puede utilizarse para los diseños preliminares con este suelo de la Amazonia.

(García Toro, (2019)), en su tesis “Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín” Tesis en ingeniería civil de la Universidad Católica de Colombia.

Parte de este trabajo es investigar el efecto de la técnica de mezclar suelo-cemento y la reacción que tiene en el tipo de arcilla específicamente en el caolín, este caolín empleado como suelo base es un agregado mineral con características muy estable parte de ello se debe caolinita que lo conforma, los diferentes porcentajes de cemento que se adicionan varían entre 0% y el 12% de peso en masa de suelo.

Se van a realizar ensayos de tensión y compresión para evaluar la resistencia de esta mezcla mediante el cual se funden los cuerpos de prueba y se evaluará estos ensayos. Se evalúan con tiempos de 7, 14,28 días mediante el cual se evaluará la disminución o aumento

de la rigidez. En este estudio se observará la resistencia de la capa sub base del pavimento de la incidencia que tiene el cemento en estos suelos blandos.

Como antecedente no permite usar las metodologías empleadas como la compactación y estabilización de los suelos a través de la adición de diferentes aglomerantes químicos. En gran parte de la selva de Colombia se aplica la técnica del suelo cemento en este tipo de casos es muy aplicado como estabilizantes, la granulometría de los terrenos es muy uniforme lo cual va a facilitar el fraguado y adherencia del cemento para la construcción de vías.

(Vera & Suarez, (2015)), en su tesis “Estudio y diseño pavimentos de la Vía el Salado - Manantial de Guangala del Cantón Santa Elena” Tesis en ingeniería civil. Universidad Estatal Península de Santa Elena –Ecuador.

Menciona que hay muchos factores que van a influir en la conservación del suelo especialmente teniendo que realizar su diseño para su pavimentación estos factores como estudio de tráfico, capas de rodadura, capacidad sub-rasante, materiales de base y sub base en cada caso va a resaltar la importancia de estos estudios para la implementación del diseño en la cual se va a pavimentar las vías de la península del país norteño.

Los tipos de pavimentos construidos y diseñados en esta península van a ser en respuesta a los estudios de los suelos y capas que lo conforman según su clasificación, en este lugar geográficamente de un clima húmedo, va a ser un limitante y genera un cambio del comportamiento del suelo en el tiempo, por lo que será necesario un flujograma ordenado para la ejecución de pavimentación, esta conservación del pavimento dependerá de la sub-rasante determinada teniendo en cuenta que una vez realizado la pavimentación ante una inadecuada estudio las consecuencias económicas serán negativas.



Figura 7. Capas por niveles de la subrasante del suelo
Fuente: Revista de Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres

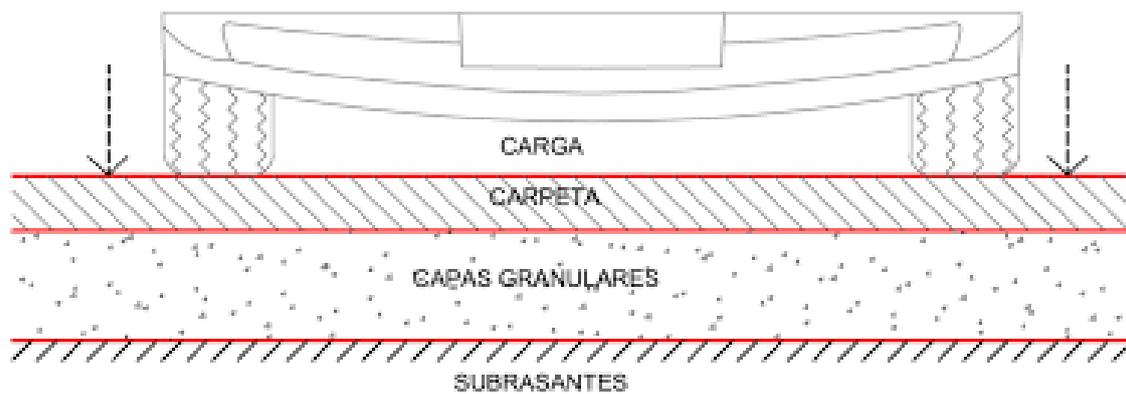


Figura 8. Cargas aplicadas en sobre las subrasantes
Fuente: Del Castillo y Rico (1998). La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres



Figura 9. Suelos Tropicales que sufrieron erosión hídrica.

Fuente: Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, 2014



Figura 10. Suelos Tropicales en formación afectados por la erosión.

Fuente: La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres

(Alarcón & Jiménez Benites (2020)) En su trabajo de investigación de revista de ingeniería de la construcción, “Estabilización de suelos mediante el uso de lodo aceitoso Colombia”. En esta investigación se detalla que se realizó una exhaustiva revisión del estado de respuesta de acción frente a los diferentes métodos de estabilización de suelos y a los lodos aceitosos que son producto de la extracción del crudo natural y se definió que tipo de estabilización se va a utilizar en la pavimentación de suelos. Una alternativa en la construcción de vías es la estabilización de suelos donde se adiciona los materiales convencionales usados para mejorar la subrasante de las estructuras del pavimento en el suelo.

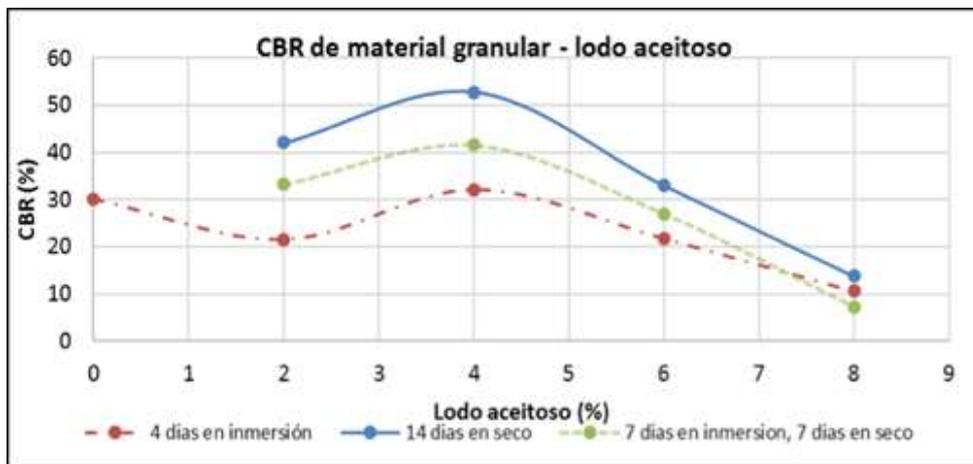


Figura 11. CBR de material granular - Lodo aceitoso.

Fuente: Jiménez Benites 2020



Figura 12. Ensayo de estabilidad hídrica.

Fuente: Jiménez Benites 2020

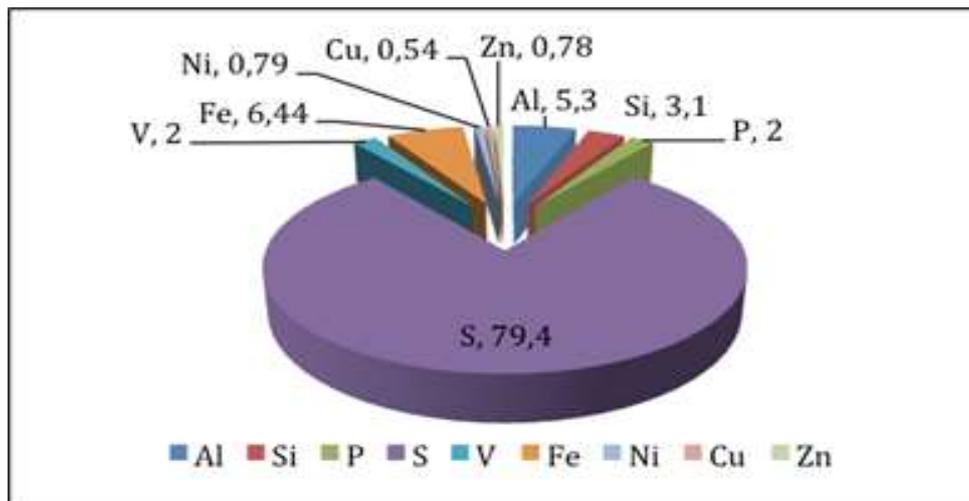


Figura 13. Espectro de composición química del lodo aceitoso.

Fuente: Jiménez Benites 2020

(Álvarez, M. (2015)). Estabilización química de suelos en proyectos de infraestructura vial en Antioquia. (tesis de suelos). Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia. En este trabajo se explica los conceptos de estabilización y es evidente que la aplicación química como estabilizantes genera ciertos beneficios en la pavimentación del suelo. Estos estudios y su aplicación favorecen en los proyectos de infraestructura vial, la aplicación de aditivos químicos cubre todas las capas de formación de la base y subrasante del suelo.

El incremento de la resistencia a compresión de los suelos son consecuencia de la estabilización química, la reducción del índice de plasticidad y esto no se vería efectuado si no hay incremento de resistencia en el suelo un factor muy importante en esta tesis de estudio. Los suelos sumergidos húmedos tienen resistencia a la compresión al igual que los suelos secos esto promovido por los estabilizantes químicos que actúan eficazmente en la pavimentación de la infraestructura vial.

Es muy importante resaltar de esta tesis que los índices de capacidad portante pueden determinarse a través de los espesores del producto estabilizador que sea ha aplicado, y esto

se cuantificara en el tiempo para ver sus efectos determinando ensayos de Modulo de Resiliencia en el pavimento.



Figura 14. Estabilizadores Químicos en el suelo.

Fuente: Escuela de ingeniería Antioquia 2015

1.3 Realidad problemática

1.3.1 Realidad problemática desde un enfoque nacional

Uno de los problemas principales de la red vial de carreteras en el Perú es la falta de información y la carencia de estudio de suelos, las carreteras del Perú carecen de mantenimiento en la región oriental y estas sufren deterioros más aun por las condiciones geográficas. En referencia al estudio de suelo y espesor de capa de asfalto estas deben tener adecuados estudios para la construcción de vías ya que conectan las regiones para un mejor desarrollo pues las deficiencias en estas causan altos costos logísticos en la actividad económica (MTC,2018, p.75)

En este trabajo de investigación se va a desarrollar como tema principal el análisis de suelos y todo lo que conlleva a mejorar y encontrar mejores CBR de suelo para mejorar las carreteras del Perú en especial en la región de Ucayali. (RVN, 2017, p.4)

La inversión y los costos de los proyectos para la infraestructura vial en las zonas más apartadas del país es vital porque permitirá facilitar el intercambio entre las regiones y el desarrollo del comercio al unir los mercados con los centros de producción y demanda de consumo. Para analizar esta problemática es necesario mencionar las causas de la normativa peruana bajo cuyos lineamientos se llevan a cabo los proyectos viales en el Perú (Gestión, 2016, p.15), se basan en normas internacionales como la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM) y la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO), que fueron creados, verificados y ajustados en países de climas templado y frío. Por esta razón, la metodología tradicional es eficaz en las regiones de la costa y sierra del país, sin embargo, en la selva peruana genera sobrecostos y en algunos casos es inaplicable debido a que los suelos de dicha región están sometidos bajo condiciones atmosféricas, geográficas e hidrológicas característicos de un clima tropical húmedo. (Arriola, A., 2015, p.65)

La investigación de esta problemática se desarrolló por el interés de conocer las deficiencias técnicas de la metodología tradicional de estudio de suelos tropicales y estructuración de pavimentos sobre estos suelos, y conocer las desventajas económicas que estas generan y perjudican a la población de la región Pucallpa. (RVN,2017, p.13)

Estudios de suelos asegurando la Inversión de una Obra (Revista Perú Construye 2017)

(Sotelo, H, (2017), p. 21) Nos dice que para el desarrollo exitoso de un proyecto los estudios de suelos son muy importantes en toda la etapa de ejecución del proyecto, pero existe factores como poco presupuesto siendo a veces muy limitado en comparación a lo que

se invierte en una obra, lo que pone en mucho riesgo toda la obra y las consecuencias son a futuro carreteras con poca durabilidad para el transporte terrestre.

Para Hebert Sotelo, gerente técnico de Sotelo & Asociados, el estudio de suelos es determinante en un proyecto que se requiera un mayor tiempo de vida del proyecto, porque de eso dependerá su éxito. Así mismo menciona que un mal estudio antes de ejecutar la obra genera consecuencias no previstas, si son de tipo geotécnico puede incluso paralizar la construcción ocasionando pérdidas en la empresa contratista y pérdidas al estado, (Rev. Gestión, (2018), p.14). Un déficit estudio de suelos puede ser perjudicial y generar la paralización de una obra con lo que tendrá pérdidas económicas.

(Martinelli, M., (2017), p.18), gerente de M y M Consultores S.R.L., señaló que los resultados de los estudios son la base para obtener el diseño técnico y económico más adecuado para la obra que se desea ejecutar. Menciona que hay que cumplir con los requerimientos mínimos de la Norma Técnica de Edificación E050 de Suelos y Cimentaciones, hay altas probabilidades de lograr esto si se cumple, pero también existen suelos con problemas especiales, que ameritan un mayor análisis de investigación. (Sotelo, H., (2017), p.20) Menciona que los especialistas calificados determinarían si la obra es viable o no en caso se presenten problemas durante el proyecto realizado así se evitarían costos económicos mayores.

Se reafirma que por hacer una investigación incompleta (no se cumple y ejecuta lo que está especificado en (la Norma E050) el técnico asume valores y datos que se traducen en un mayor costo de toda la estructura del proyecto, desde la cimentación hasta el final de la obra. También menciona casos donde se considera que el suelo tiene muchas propiedades más ventajosas de las que realmente presenta, el estudio de mecánica de suelos es el “seguro” para que todo proyecto sea muy exitoso, tanto en la parte técnica como económica. (MTC, (2018), p.74)

Para la tesis desarrollada en el Perú que titula: “Influencia de la corrección del CBR del terreno de fundación vial en el diseño de Pavimentos para el Proyecto de Conservación vial Santa Rosa tramo dv. Humajalso –Tacna 2019, por La Universidad San Ignacio de Loyola

(Humajalso, A., (2019), p.11). Menciona lo siguiente en referencia al CBR. que este fenómeno permite que las penetraciones sigan su curso a velocidad constante de giro de manivela y que las cargas se estanquen hasta que las gravillas se asienten en su totalidad. Es decir, la distorsión origina que las penetraciones objetivo no se relacionen correctamente con las cargas reales que soportaría el suelo. Las correcciones de índole física pueden impactar en magnitudes de mayor a menor:

- Corrección por concavidad hacia arriba.
- Corrección por irregularidades superficiales.

Para poder corregir por concavidad hacia arriba (o convexidad) se utiliza una hoja de cálculo basada en los principios de la norma ASTM D1883-16. (Rev., Perú Construye, (2018), pág. 15)

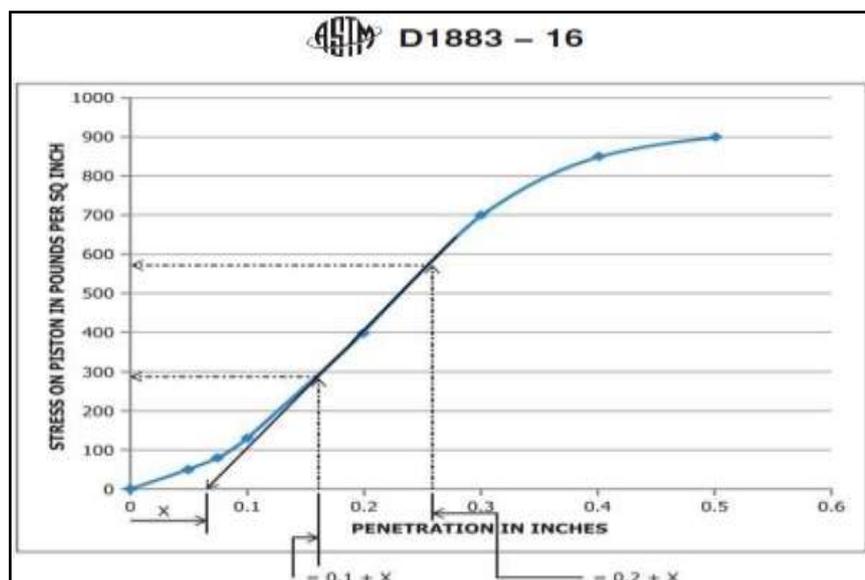


Figura 15. Método de ajuste para corregir por concavidad hacia arriba e irregularidades de superficies

Fuente: ASTM D1883-16. Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

1.3.2 Realidad problemática desde un enfoque local

Una problemática para los estudios de los suelos de Pucallpa que estudios Geotécnicos dan que en algunos lugares existen rocas del Paleozoico y Cretáceo. Sin embargo, la mayor parte proviene del Terciario, estando éste fallado y plegado. En gran parte de las zonas donde se realizaron estudios existen suelos del Cuaternario, formado por suelos finos arcillosos, limosos y arenosos. Estudio Geotécnico con fines de cimentación del proyecto Real Plaza Pucallpa (Alva, J., (2015), p.28).

Es importante poder complementar el desarrollo del presente trabajo de suficiencia profesional con la siguiente información que sea empezado a investigar cómo se comporta el suelo en base a sus características y resultados de experiencias de ensayos encontrando numerosos perfiles de suelo en donde se ve las características de origen genético y las bases de fundación de suelos saprolíticos. Estos suelos cuentan con una importante presencia en las cuencas hidrográficas de la planicie de la amazónica peruana, donde el contenido de humedad natural del suelo es significativamente mayor que el óptimo contenido de humedad de compactación de este suelo. Asimismo, se determinó las relaciones y proporciones válidas entre la plasticidad de las arcillas del suelo, su origen y la roca madre son características geológicas y geotécnicas que pueden ser identificadas durante toda la variación y formación del suelo. (Carrillo, A., (2016), p.79)

Por otro lado, revisando entre las tesis nacionales, en el Perú en el año 2011 se realizó un estudio de Microzonificación Geotécnica de la ciudad de Trujillo a cargo del Ing. Enrique Lujan Silva, el cual menciona que la cantidad de información sobre el estudio de suelos nos va ayudar a evaluar y clasificar las propiedades del suelo en el diseño de las estructuras de pavimentación. Esta tesis aporta en el trabajo de investigación el modelo de desarrollo para el objetivo planteado de determinar todas sus propiedades físicas y mecánicas del suelo que existe en el área de estudio, para posteriormente en caso de encontrar varios tipos de suelos

podamos clasificarlos a través de un mapeo en diferentes zonas. (Lujan, E., (2015), p. 43)

Microzonificación Geotécnica de la ciudad de Trujillo).

Investigando antecedentes locales se encontró una tesis sobre un Estudio de Microzonificación Geotécnica empleando el penetrómetro dinámico (DPL) en los sectores costeros de los distritos de : Salaverry, Aurora Díaz 1 y 2, Fujimori y Luis Alberto Sánchez del distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad; que consistió en la ejecución de calicatas, realizar ensayos y determinar CBR especiales de laboratorio para determinar las características de una subrasante optima de los suelos de fundación de estos distritos. Esta tesis apporto a este trabajo como se debe definir y ejecutar las zonas geotécnicas de estudios para hallar las propiedades granulares del suelo y determinar la mejor capacidad subrasante del suelo (Silva, H., Terán, S., (2015), p.14). Asimismo, me permite comparar que con este penetrometro (DPL), y obtener la capacidad portante del suelo para realizar una mejor clasificación sistemática y homogénea para todas las zonas de estudio, así como evaluar el comportamiento y la resistencia mecánica del suelo.p.17.

Ministerio del Ambiente 2013 en un artículo (Indicadores Ambientales Ucayali), hace referencia a la fisiografía de la región Ucayali que se caracteriza por presentar formas de tierra y suelo variados, aquí se puede encontrar desde las formas con relieve accidentado o abrupto. La Provincia de Coronel Portillo de la región Ucayali tiene tres pisos naturales definidos: Ceja de selva, Selva Alta y Selva Baja, en el cuadro siguiente se observa las características geográficas para tener presente el estudio de suelos. (Salaverry & Díaz ,(2015), p.24) , Aquí se menciona que el paisaje aluvial está conformado por sedimentos aluviónicos tanto recientes como antiguos, provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas y los suelos se caracterizan por tener drenaje que varía de moderado, imperfecto a pobre.

Tabla 4

Características de las zonas altitudinales de la región Ucayali

Zonas Altitudinales	Área (km ²)	Territorio (%)	Altitud (m.s.n.m.)	Paisaje	Clima	Potencial
Ceja de Selva	1 028	1,00	Sobre los 1000	Montañosa	Alta nubosidad y lluvias intensas	Extrema fragilidad, se considera como "tierras de protección"
Selva Alta	12 948	12,64	Entre 500 y 1000	Terrazas escalonadas y colinosas	Lluvias intensas	Bajo potencial agropecuario, alto potencial agroforestal
Selva Baja	88 434	86,35	Debajo de los 500	Plana	Período corto seco y otro período húmedo	Alto potencial agrícola, especialmente en barriales.

Fuente: Gobierno Regional de Ucayali, "Esquema Territorial de la Provincia de Coronel Portillo", 2000.

1.3.3 Realidad problemática desde un enfoque internacional

Para entender desde un enfoque internacional de la problemática del estudio de suelos tenemos que entender otros ensayos realizados fuera del país y que se basan de las mismas normas "Guía de diseño estructural en suelo, construcción y mantenimiento en caminos de baja intensidad de tránsito usando tratamientos superficiales asfálticos" El salvador (Carranza, C., 2009, p. 26). En el presente trabajo de investigación se determina que en la práctica de ensayos de suelo no será empleada únicamente la identificación de muestras con baja intensidad de tránsito, sino también se usara cuando haya una alta intensidad de tránsito, y estas se comparan para al ver el comportamiento en la superficie asfáltica y aquí se describe estos ensayos. (Guinea, L., 2009, p.15), De esta práctica se estiman valores representativos

debido a que las muestras de suelos son similares por lo que se considera solo con un mínimo de pruebas a ser realizadas para una correcta clasificación del suelo y estas pruebas se realizaran con una baja y alta intensidad de tránsito en la carretera. También menciona que para describir las muestras de suelos obtenidos a través de calicatas no es necesario analizarlas una por una cada muestra, se puede obtener de la agrupación de muestras similares sola una para ser descrita e identificada por las características similares del lugar.

(Alexander, E., 2009, p. 25)

Ver Tabla 1: Criterio descripción de estructura.

Capa de afirmado en carretera

La capa de afirmado está constituida por una mezcla de material: arena fina, arcilla y piedras. Tiene que existir una buena combinación de estos tres materiales para que el afirmado no sea pobre y sea consistente en el afirmado. Toda la capa de afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas del transporte, se necesita un porcentaje de arena fina para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa de afirmado y para cohesionar los materiales de la capa de afirmado en la carretera. (Rev. guía de diseño estructural ,2017, p.8).

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en caminos no pavimentados o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante. Se distinguen cuatro tipos de afirmado y su espesor y aplicación estará en función el TPD según el catálogo de revestimiento granular. (Rev. guía de diseño estructural, 2017, p.8)

Ver Tabla 2: Granulometría correspondiente según tipo de Afirmado.

Tabla 5

Norma ASTM D 2488-000 (American Society for Testing and Materials)

Descripciones	Criterios
Laminar	Constituidas por capas alternadas material variable, menores de 6 mm de espesores.
Espejo de falla	Planos con moldes aparecen pulidos y con brillo, algunas veces estriados.
Estratificada	Tienen capas alternadas de material o color variable, de al menos 6 mm de espesor.
Lenticular	Inclusión de finas capas de diferentes suelos, contiene pequeños lentes de arena fina esparcidos en toda la masa de arcilla del suelo,
Fisurada	Fisuras a lo largo de planos definidos con mínima resistencia a la fractura.
Homogénea	Tienen mismo color y apariencia en toda la capa del suelo.
Forma de bloque	Tiene suelos cohesivos que pueden fisurarse en capas angulares más pequeños, tienen resistencia a futuras fracturaciones.

Fuente: Normas ASTM D 2488-000, volumen 03.07 (American Society for Testing and Materials)

Tabla 6.
Granulometría correspondiente según tipo de afirmado

Porcentaje que pasa	Tráfico T0 y T1: Tipo TPDA < 50 Veh.	Tráfico T2: Tipo 2 51 - 100 Veh.	Tráfico T3: Tipo 3 101- 200 Veh.	Tráfico T4: Tipo 4 201 - 400 Veh.
2" (50 mm)	100	100		
1½" (37.5 mm)		95 - 100	100	
1" (25 mm)	50 – 80	75 - 95	90 - 100	100
¾" (19 mm)			65 - 100	80 -100
½" (12.5 mm)				
⅜" (9.5 mm)		40 - 75	45 - 80	65 – 100
Nº 4 (4.75 mm)	20 – 50	30 - 60	30 - 65	50 – 85
Nº 8 (2.36 mm)				
Nº 10 (2.0 mm)		20 - 45	22 - 52	33 – 67
Nº 40 (4.5 µm)		15 - 30	15 - 35	20 – 45
Nº 200 (75 µm)	4. – 12	5. - 15	5. - 20	5. – 20
Índice de Plasticidad	4. – 9	4. - 9	4. - 9	4. – 9

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú -el salvador.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera se garantiza el análisis y estudio de suelo en cada uno de las muestras de ensayos realizado para el mejoramiento de la carretera y pavimentación del tramo km 19+050 al km 22, en donde se realizará el asfaltado y el pavimento para la zona Coronel Portillo -Ucayali?

1.4.2 Problemas específicos

a) ¿En qué medida influye el estudio de suelo y canteras identificadas en cada uno los ensayos de la carretera del kilómetro 19+050 al km 22 de la carretera Coronel Portillo – Ucayali?

b) ¿En qué medida influye el estudio de los suelos en la capacidad de soporte para el diseño del pavimento del kilómetro 19+050 al km 22 de la carretera de Coronel Portillo – Ucayali?

c) ¿En qué medida influye el estudio de los suelos en proyectar espesores de mejoramiento para suelos inadecuados de la carretera del kilómetro 19+050 al km 22 de la carretera de Coronel Portillo –Ucayali?

1.5 Justificación

Debido a la problemática antes mencionada que se presenta en la carretera de la región oriental se da con la aparición de fallas estructurales en el pavimento (asentamientos y agrietamientos), factores externos (fallas geológicas, características climatológicas de la zona que limitan la conservación) ocasionados por un mal estudio del análisis de suelo en cada etapa del proyecto que se realiza, también cabe indicar que cada ensayo de análisis de suelo para la ejecución de los proyectos será determinante en la etapa del desarrollo del proyecto. La formación de fallas en la carretera ha producido la limitación del tránsito en los sectores que unen el intercambio vial. Esta justificación puede estar apoyada en otros estudios y las justificaciones son Teórica, Científica y Metodológica.

1.5.1 Justificación teórica

Esta investigación propuesta, se realiza mediante la aplicación de la teoría y los conceptos sobre el análisis de suelo con el propósito de mejorar en la construcción del tramo de la carretera para la rehabilitación y mejoramiento a nivel de la capa asfáltica, estos estudios de suelos van a mejorar los problemas estructurales (por procesos constructivos) o problemas externos (de geodinámica, relieve topográfico o climatología), que afectan el sistema vial de la zona.

1.5.2 Justificación científica

El proceso de investigación científica de la realidad del proyecto está constituido por fases a través de las cuales el investigador maneja elementos y sus relaciones con el problema a resolver, el objeto a investigar y su representación.

A su vez para desarrollar esta justificación en la ciencia se crean y elaboran medios especiales de conocimiento de diferente naturaleza, materiales (aparato, instalaciones experimentaciones), matemáticos (métodos de cálculo, teorías matemáticas, etc.)

De acuerdo con los objetivos de la investigación el resultado de cada ensayo de suelos nos va a permitir soluciones concretas a los problemas que se presentan como fallas en la vía a nivel de carpeta asfáltica y como superficie de rodadura, fue en la carretera Coronel Portillo –Ucayali.

1.5.3 Justificación metodológica

De acuerdo a los objetivos de la investigación el resultado de cada ensayo nos motivará a la aplicación de este método y guía de técnicas para la evaluación correcta de las fallas del estudio de suelo para así conocer qué limitaciones tiene el estudio de suelo y el mantenimiento adecuado a desarrollar en la carretera Coronel Portillo –Ucayali.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar la influencia del análisis de estudio de suelo estableciendo la capacidad de soporte en el pavimento de la carretera del kilómetro 19+050 al km 22 y proyectar espesores de mejoramiento suelo de la carretera Coronel Portillo – Ucayali.

1.6.2 Objetivos específicos

Determinar, evaluar y establecer las propiedades físicas - mecánicas de los suelos de fundación en referencia los ensayos realizados bajo el nivel de sub rasante en el tramo en estudio y las canteras identificadas, sobre la cual se proyectará la estructura del pavimento de la carretera Coronel Portillo –Ucayali.

Verificar y establecer la capacidad de soporte del terreno, definiendo el CBR (California Bearing Ratio) o CBR's del suelo, especificando así la condición del estudio de suelo en la estructuración del pavimento que permita calcular los espesores para los tramos o sectores identificados de la carretera Coronel –Portillo.

Verificar y evaluar los espesores de mejoramiento identificados en suelos inadecuados de la zona del tramo estudio de la carretera Coronel Portillo-Ucayali.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente trabajo se ha encontrado la siguiente información que servirá de referencia de análisis para el estudio.

En el estudio titulado de la tesis de Jonathan Oscar Requiz Cristóbal, “Aplicación de la Metodología MCT en estudios Tropicales con fines de Pavimentación en la Selva Peruana” donde se evaluó la aplicación de la metodología Miniatura Compacto Tropical (MCT) 2017, en el estudio de suelos con fines de pavimentación con la cual se busca tener la incidencia positiva de su empleo en la selva baja del Perú, en la Región Madre de Dios.

En esta investigación se realizó el estudio de dos caminos de dos suelos vecinales en la cual se ejecutaron ensayos tradicionales y ensayos miniatura referente a la caracterización, compactación y evaluación de las características mecánicas e hidrológicas del suelo.

Tesis de Arévalo Ramírez, Segundo Alfredo “Estudio de suelos con fines de construcción vial, en la Urbanización 09 de abril en el distrito de Tarapoto, Provincia y distrito de San Martín -2016”, se determinó que los suelos Arenos arcillosos limosos y arcillosos inorgánicos de mediana plasticidad son apropiadas para la construcción vial que se quiere efectuar en la zona ya que se identificó las condiciones adecuadas del tipo de suelo.

En el Manual de Carreteras del MTC (2013) en la parte de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, “Estudio de Suelos y su comportamiento flexible antes cargas de transporte pesado”. Aquí de este Manual se ha tomado referencias prácticas para la información correspondiente al Estudio Geológico, de Mecánica de Suelos y Geotécnico de la Factibilidad del proyecto para poder analizar el comportamiento geotécnico del suelo ante los factores externos en la subrasante.

2.1 Modelo aplicado y desarrollado en la empresa Consultora y Constructora CETUS

S.A.C. en Ucayali -Pucallpa

Actualmente se conocen y aplican diversos modelos a las empresas constructoras, enfocados principalmente a determinar la competitividad a nivel regional o nacional en nuestro país. Para el desarrollo de esta suficiencia profesional basado en nuestra experiencia profesional, se revisaron las metodologías y modelos más utilizados para mejorar la posición de la empresa Consultora y Constructora Cetus S.A.C en el entorno socioeconómico al que pertenece, dentro de los cuales se encuentran: las cinco fuerzas de Porter.

Constructora Cetus S.A.C para que pueda evaluar sus objetivos y recursos frente a estas cinco fuerzas competitivas que rigen la competencia del sector de la construcción en la región.

Las fuentes de competencia es una fuerza que consiste en alcanzar una posición de privilegio y preferencias del cliente frente a las empresas rivales. La rivalidad competitiva se intensifica cuando los actos de un competidor son un reto para la empresa o cuando esta reconoce una oportunidad para mejorar su posición en el mercado.

El Poder de negociación de los clientes es bajo. Generalmente participamos en obras estatales del Gobierno Regional por lo que Consultores y Constructores CETUS S.A.C entra a formar parte de una bolsa de adjudicaciones de las obras. Nuestra empresa tiene un punto fuerte en este sector ya que tiene una buena calificación de obra y puede entrar a formar parte de esas adjudicaciones con un plan de construcción de alta calidad del servicio. Actualmente las pocas empresas que licitan en las obras del estado no cumplen los perfiles requeridos, debido a ello estas están desapareciendo y muchas de ellas por la actual crisis política están endeudadas, pero las pocas que quedan son empresas fuertes en el sector que hacen lo posible para poder competir en el medio.

La rivalidad entre los competidores es alta. Los proyectos de obra en la región

Ucayali están retrasados por la burocracia de las autoridades y gobiernos locales y la coyuntura política, la demora en la ejecución de proyectos y la demanda de la población por la ejecución de estas obras de pavimentación, generara una mayor rivalidad de las empresas, todas quieren estos proyecto y poder seguir adelante y a nivel internacional compite con empresas mayores por lo que hay una mayor rivalidad y menor posicionamiento para nosotros como ejecutores, ya que si entran empresas internacionales suelen ser más grande que nosotros y por ello pueden llegar a realizar un presupuesto más barato que el nuestro.

Las estrategias que sigue nuestra empresa tienen éxito en la medida en que le ofrezcan una ventaja competitiva ante la deficiencia que siguen empresas rivales.

En la **Amenaza de productos o servicios sustitutivos**, hay que tener en cuenta que a pesar de que existan infinidad de barreras de entrada, en ocasiones las empresas constructoras nuevas entran a las industrias mediante productos de calidad superior, precios más bajos y recursos sustancialmente para la comercialización, por ello tenemos que tener eso en cuenta y seguir dando un servicio de calidad que este reconocido por nuestra empresa Consultora y Constructora S.A.C, y ajustarnos todo lo posible a unas tarifas para poder competir con esos productos sustitutivos nuevos que quieren entrar a formar parte en nuestro sector.

El poder de negociación de los proveedores es bajo, las grandes empresas constructoras aprovechan economías de escala. Los proveedores para poder trabajar con estas grandes constructoras tienen que tener también liquidez financiera debido a los largos periodos de cobro. La negociación con los proveedores es muy importante, porque muchas de las obras de Consultores y Constructores CETUS S.A.C, son cobradas a 180 días por lo que tiene que buscar proveedores que les garantice para pagarles a los mismos días que cobra para así no tener una pérdida de dinero es ese tiempo perdido desde la ejecución de la obra hasta el cobro.

La amenaza de nuevos competidores es baja, ya que lleva tiempo y conocimiento del negocio, además de una enorme inversión, crear una empresa dedicada al mundo de las grandes constructoras no es fácil y tiene un proceso largo. Las barreras contra la entrada pueden incluir la necesidad de obtener economías de escala, la necesidad de obtener nuevas tecnologías y conocimientos especializados, por ello creemos que en la época que estamos es muy difícil entrar en este mercado de la construcción y posicionarse como lo está nuestra empresa, una empresa que está posicionado en el sector de la región Ucayali.



Figura 16. Modelo de Fuerzas Fundamentales Michael Porter (1994)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estudio de los suelos con fines construcción vial

Descripción de suelos con fines de ejecución en la construcción vial de la carretera.

La descripción de una masa de suelo se realiza, de la misma forma que se describe la vista de macizos rocosos, es decir es válido todo lo referente a las características de color, forma y composición de las partículas y estado de meteorización.

Para poder ejecutar un adecuado proyecto de investigación de una estructura de una masa de suelo es necesario reconocer el perfil del suelo y subsuelo, tarea que deberá ser planificada y ejecutada conociendo las siguientes bases teóricas:

1. Calicata

Son excavaciones en el terreno de 1.5 de largo x 0.80 o 1.0 m ancho y entre 1.2 y 1.50 m de profundidad, o hasta el contacto lítico con la roca madre en los cuales se encuentra expuesto el perfil completo del suelo. La excavación se efectúa normalmente con pico y pala recta o con maquinaria como retroexcavadora. Las calicatas permiten la descripción directa y detalladamente el perfil representativo del suelo que se desea estudiar. El propósito del muestreo es para establecer todas sus propiedades y características modales más frecuentes para una posterior clasificación. Las calicatas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno.

Ubicación de calicata: La ubicación o distribución de las probables calicatas se realiza en gabinete de acuerdo al mapa fisiográfico preliminar; que se elabora a partir de la interpretación de imágenes de satélite mediante el método de análisis fisiográfico y apoya de otras disciplinas como zonas de vida, geología/litológico y geomorfología (relieve); sin embargo, en la fase de campo se verifica y corrige los puntos determinados en la fase de

gabinete, recorriéndose toda la zona de estudio y seleccionándose los puntos definitivos de la apertura de las calicatas.

Pendiente donde está situado la calicata: se refiere a la inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal; está expresada en porcentaje, es decir la diferencia de altura en 100 metros horizontales.

Tabla 7

Los rangos de pendiente de suelo se presentan en la siguiente tabla.

Pendiente corta			Pendiente larga		
Término descriptivo	Rango %	Símbolo	Término descriptivo	Rango %	Símbolo
Plano a ligeramente inclinada	0 – 4	A	Plano a casi nivel	0 – 2	A
Moderadamente inclinada	4 – 8	B	Ligeramente inclinado	2 - 4	B
Fuertemente inclinada	8 - 15	C	Moderadamente inclinado	4 – 8	C
Moderadamente empinada	15 – 25	D	Fuertemente inclinado	8 - 15	D
Empinada	25 – 50	E	Moderadamente empinado	15 – 25	E
Muy empinada	50 – 75	F	Empinado	25 – 50	F
Extremadamente empinada	> 75	G	Muy empinado	50 – 75	G
			Extremadamente empinado	> 75	H

2. Suelo

Se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal, el suelo tiene perfil y este es un hecho del que se hace abundante aplicación.

En el suelo se distinguen tres fases constituyentes: La sólida, la líquida y gaseosa.

La fase sólida está formada por las partículas minerales del suelo (incluyendo la capa sólida adsorbida), la líquida por el agua (libre, específicamente), aunque en los suelos pueden existir otros líquidos de menor significación, la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, si bien pueden estar presentes otros gases (vapores sulfurosos, anhídrido carbónico, etc.)

Se dice que un suelo es totalmente saturado cuando todos sus vacíos están ocupados por agua. Un suelo en tal circunstancia consta, como caso particular de solo dos fases, la sólida y la líquida. Muchos suelos yacientes bajo el nivel freático son totalmente saturados.

Algunos suelos contienen, además, materia orgánica en diversas formas y cantidades, en las turbas estas materias predominan y consisten en residuos vegetales particularmente descompuestos.

3. Granulometría de suelos

Nos permite conocer las propiedades mecánicas de los suelos a partir de sus distribución granulométrica o descripción por tamaños.

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas.

4. Capacidad de Soporte para Diseño de Pavimento

La capacidad de soporte es una de las propiedades más importantes de los suelos. Su comportamiento, al estar sometido a tensiones es bastante más complejo que el de otros materiales.

Las deformaciones que experimenta no sólo dependen del “tipo de suelo” que se trate, sino también del estado en que se encuentre éste en cuanto a su contenido de humedad, grado de compacidad, estructura interna, etc. por otra parte, el suelo subyacente a una fundación puede presentar heterogeneidades de importancia, acusando grandes variaciones de resistencia según la dirección de aplicación de las tensiones (anisotropía).

Para acceder a los Abacos de diseño AASHTO 93, es necesario que este valor de CBR sea traducido a Módulo Resiliente (Mr). Dada la escasa información existente en el medio sobre estos ensayos, se ha empleado una relación útil, cuando se dispone solamente de resultados de CBR, es la presentada originalmente por el TRL (Powell et al., 1984) y posteriormente incluida en la guía de diseño MEPDG (ARA Inc. And ERES Consultant División 2004).

$$\mathbf{Mr = 2555 \times CBR^{0.64}} \quad (\text{PSI})$$

Esta expresión, de acuerdo a la publicación del TRL pagina 38 (Powell et al., 1984) y pagina 329 de Walsh (2011), es válida para valores de CBR entre 2% y 12%.

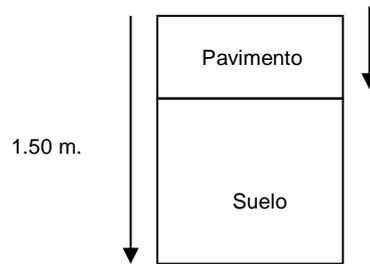
Existe otra correlación para valores de CBR comprometidos entre 12% y 80% que es presentada en la página 123 del Manual de Carreteras de Chile (MOP, 2002) y es concordante con los resultados que se obtienen del ábaco mostrado en la página 28 de Van Til (Van Til et al., 1972):

$$\mathbf{MR= 3205 \times CBR^{0.55}} \quad (\text{PSI})$$

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 1.50 m. de profundidad a partir de la rasante.



Para el cálculo del Módulo Resiliente Compuesto, se utilizó la siguiente relación establecida por la Federal Highway Administration (FHWA) en la publicación N°FHWA-RD-97-083 “Design Subgrade in Support of AASHTO”, capítulo “Determination of Insitu Resilient Modulus” (Pág. 14):

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

Dónde:

Mr_i : Módulo Resiliente del estrato i.

d_i : Espesor del estrato i, comprendido entre la profundidad de influencia de 1.50 m.

Para efectos del diseño es necesario tomar un valor de CBR representativo, que permita inferir el módulo resiliente del material existente, para aquellos sectores que no cuentan con ensayos de laboratorio; para tal fin se utilizaron las siguientes ecuaciones propuestas en la guía diseño mecanístico-empírica del NCHRP¹:

- **Suelos Granulares**

$$CBR = 28.09(D_{60})^{0.358}$$

- **Suelos Finos**

$$CBR = \frac{75}{1 + 0.728(wPI)}$$

Dónde:

D_{60} : diámetro del tamiz correspondiente al 60% de pasante

w : pasante por la malla N°200

PI : índice de plasticidad

Al sectorizar el tramo de carretera materia del presente estudio, esta se realizó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se consideró para la sectorización los valores de CBR obtenidos del suelo de fundación y su variación si se encontraban en corte, relleno o cuenta con una capa granular existente cuya permanencia según el perfil estratigráfico sea comprobada en la rasante proyectada.
- El tipo de suelo predominante del perfil estratigráfico.
- Los valores de CBR que son menores a 6% deben ser mejorado mediante la elevación de la rasante, para considerar el material de relleno como parte del CBR combinado.

2.2.2 Definición de términos básicos

- **Ensayo Proctor Modificado.** Se usa para medir la densidad máxima (grado de compactación) a la que puede llegar un suelo determinado con el contenido óptimo de humedad. El ensayo consiste en aplicar cierto grado de energía para compactar un suelo en un molde estandarizado. (ICG,2000)
- **Calicata:** Es la perforación que permite la inspección directa del suelo, que se desea estudiar con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo y por lo tanto es el método de exploración que entrega información más confiable y completa. (ICG, 2000).

- **Subrasante:** El suelo preparado para sostener una estructura o un sistema de pavimento es la fundación de la estructura. El suelo de subrasante es llamado a veces suelo de fundación. (ICG, 2000).
- **Granulometría:** Se define como la distribución de diferentes tamaños de partículas de suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de materia seca. (MTC, 2008).
- **Falla estructural:** Las fallas estructurales afectan la capacidad de carga y comprometen la vida útil del pavimento. (Ávila, 2014).
- **CBR (California Bearing Ratio):** Está definido como el esfuerzo requerido para que un pistón normalizado penetre en el suelo a una profundidad determinada. (MTC, 2008).

Gráfico de ensayo de CBR

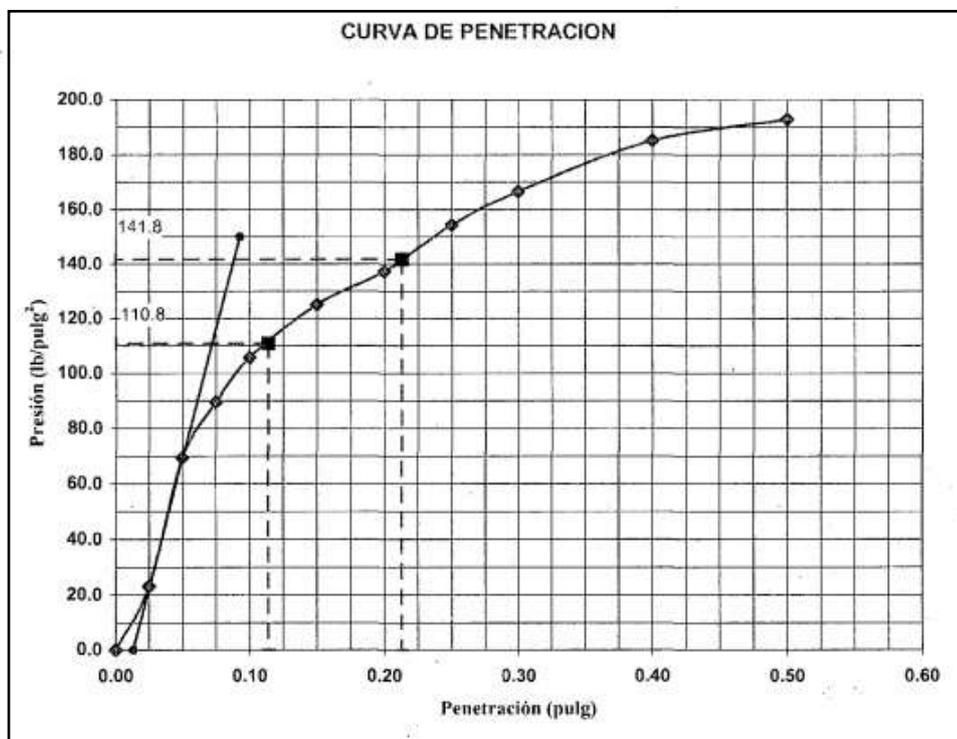


Figura 17. Corrección de origen físico del Ensayo CBR in situ.

Fuente: Tupia, C. (2001). Determinación de las características de soporte de un terreno de cimentación de un pavimento por medio de un equipo dinámico.

- **Suelo arcilloso:** Conformado por arcillas que son muy pesados y no drenan ni desecan fácilmente. En su mayoría, no es apropiado para el tránsito motorizado. (MTC, 2008).
- **Nivel Freático del suelo:** Se define como el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación. (UNALM, 2011).
- **Estrato.** Se define un estrato como un nivel o cuerpo generalmente tubular de sedimento o roca, con litología homogénea o gradacional, que se depositó durante un intervalo de tiempo definido. (Geotecnia, 2019).
- **Mecánica de suelo.** Es una rama de la geotecnia que se encarga de estudiar las respuestas del suelo a cargas que se le aplicaran mediante edificaciones empotradas en el mismo. (Geotecnia, 2019).
- **El suelo natural:** Es un recurso natural que de acuerdo a su función de su manejo puede ser considerado no renovable o renovable y está sometido a la influencia de factores ambientales (clima, macro y microorganismos, material parental y topografía), siempre actuando durante un periodo determinado de tiempo. (Revista Americana del suelo, 2014).
- **Forma del terreno (relieve):** Se refiere exclusivamente a la forma y conformación de la superficie del terreno. Pueden ser planos, ligeramente ondulados, y ondulados. (MTC 2008)
- **Drenaje:** Es la rapidez y grado con el que el agua es removida del suelo en relación con el escurrimiento superficial y el movimiento de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos. (Revista riegos UNALM 2010).
- **Expediente Técnico de Obra:** Se refiere a la preparación de documentos técnicos que comprende: especificaciones técnicas, memoria descriptiva, metrados, planos de ejecución de obra, presupuesto de obra, análisis de precios unitarios, formulas polinómicas,

calendario de avance de obra valorizado y, si el caso lo requiere adicionalmente, estudio de geológicos, de impacto ambiental, estudio de suelos u otros. (OSCE 2017).

- **Obra:** Construcción, reconstrucción, remodelación, mejoramiento, demolición, renovación, ampliación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, puentes, entre otros, que requieren dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos. (OSCE 2017).
- **Carretera:** Es una infraestructura de transporte con el propósito de permitir la circulación de vehículos de por lo menos dos ejes, que tiene características geométricas, tales como: pendiente transversal, pendiente longitudinal, superficie de rodadura, velocidades mínimas y máximas y demás elementos, todas ellas cumpliendo las especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC 2017).
- **Carretera afirmada:** Es una carretera en donde la subrasante de la superficie de rodadura está formada de material natural selecto procesado o semiprocesado de acuerdo a su diseño (MTC 2018).
- **Carretera no pavimentada:** Es una carretera donde la superficie de rodadura está conformada por gravas y por suelos estabilizados o terreno natural sin sufrir cambios en su estructura. (Revista infraestructura vial 2018).
- **Carretera pavimentada:** Es una carretera donde la superficie de rodadura de las móviles, está compuesta por concreto Portland (rígida) o mezcla bituminosa (flexible). (MTC 2018).
- **Pavimento Flexible:** Este pavimento tiene por función la de proveer una superficie de rodamiento al tránsito de circulación y distribuir sus cargas en forma proporcional, sin que se sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas del suelo de fundación. (MTC 2018).

Gráfico: Pavimento Flexible

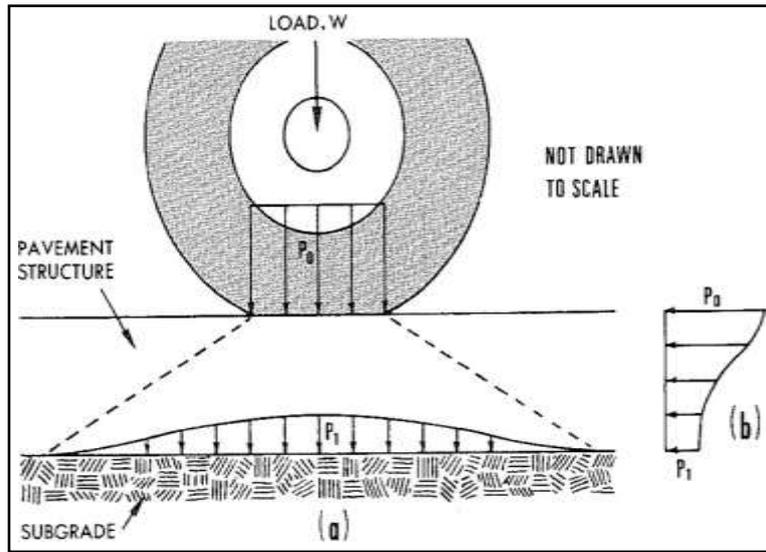


Figura 18. Deslizamiento de la presión de carga de rueda a través de la estructura de un pavimento flexible.
 Fuente: The Asphalt Institute (1970).

- Carpeta asfáltica:** Constituye la parte superior de un pavimento flexible que proporciona la carpeta de rodadura, está formada con material pétreo seleccionado que se adhiere fácilmente y un producto asfáltico impermeable y muy durable. (MTC 2018)

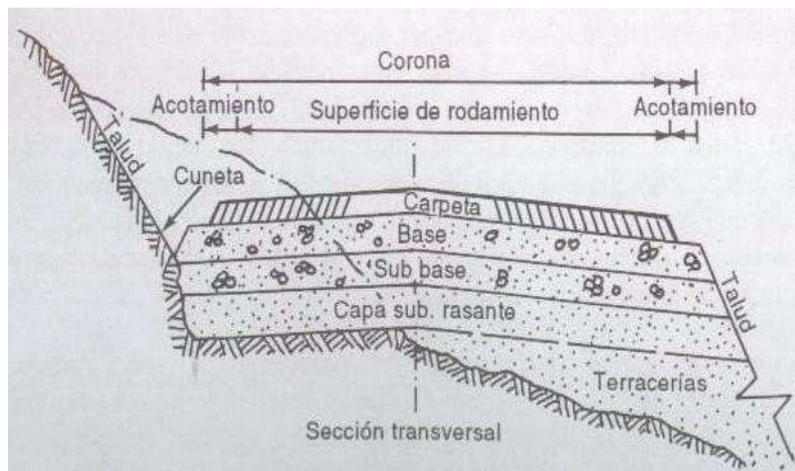


Figura 19. Sección transversal típica de un pavimento flexible en una sección en balcón.
 Fuente: Risco y Del Castillo (1998). Ingeniería mecánica de suelos en las Vías Terrestres.

2.3 Limitaciones de la investigación

A la hora de realizar el proyecto en la región de Ucayali se presentó una serie de limitaciones lo cual afectó el desarrollo del mismo entre estas limitaciones tenemos:

- Hay escasos trabajos de investigación a nivel nacional y por las características del proyecto en esta localidad del oriente existe poca información sobre las variables de estudio de suelo.
- La Geografía de la zona donde se desarrolló el proyecto en algunos tramos de las carreteras sufre de inundaciones por las precipitaciones.
- Existe poca predisposición de parte de los pobladores que están cerca la zona del proyecto poniendo trabas en la ejecución del proyecto por asuntos de legislación ambiental.
- Existe limitaciones para coordinar acciones con los dirigentes zonales para arreglar las vías y que se nos facilite la ejecución de las calicatas y los levantamientos topográficos.
- Para la toma de muestras y trabajo topográfico existe demora en su ejecución por las precipitaciones pluviales de la región Ucayali.
- Existe limitación en la parte tecnológica para la comunicación y problemas de señal de red por las condiciones geográficas de la zona de estudio.
- Limitaciones para la movilización de la maquinarias y equipos de ejecución del proyecto por los anegamientos en la carretera y la geografía de la región.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Mi ingreso a la empresa Consultora y Constructora Cetus S.A.C. se dio a inicios del 2018 en la parte topografía y como residente de obra para ingresar a la empresa se tuvo que cumplir procedimiento de capacitaciones en el tema de seguridad y trabajo ocupacional en la cual se anexa en los siguientes anexos. Parte de mi labor en el desarrollo del proyecto en los inicios está en la parte topográfica y tomar muestras de los ensayos que se realizaron para el proyecto que se desarrollara en cada etapa del proyecto.

Para la realización del proyecto de mejoramiento de carreteras en la provincia de Coronel Portillo Ucayali hay que resaltar en un inicio las gestiones que se tienen que hacer con las autoridades de los gobiernos locales, así como los pobladores locales.

Los grupos involucrados son: el Gobierno regional de Ucayali, Municipalidad provincial de Coronel Portillo, dirección regional sectorial de transportes y comunicaciones, autoridades de los centros poblados, hacer esfuerzos de manera concertada con ellos para un mejor avance del proyecto, sin existir conflicto alguno, por lo que cada decisión que se tome con respecto al presente proyecto se realizan de forma coordinada de acuerdo a su dependencia, lo que facilita lograr mejores resultados.



Figura 20. Gráfico de mejoramiento de suelos en Carretera de Ucayali.

Consultora y Constructora Cetus S.A.C. cuenta con las siguientes áreas donde se desarrolló el Proyecto:

Gerencia de Control de Proyectos: Área donde se realiza el control y seguimiento de los tiempos de ejecución de los expedientes, proyectos y definir los objetivos viables, alcanzables según los planteamientos de la empresa. Alinear el proyecto con la estrategia empresarial / institucional. Manejar los recursos físicos, financieros, humanos y su asignación a las tareas.

Gerencia Técnica: Se encarga de planificar, gestionar y dirigir, los diferentes proyectos de la constructora. Proponer a la Gerencia General, la implementación de nuevos proyectos y condiciones generales de crédito, en coordinación con el área Financiera. Dirigir la evaluación técnica permanente de los proyectos.

Gerencia de Operaciones: Área donde se realiza la coordinación y supervisión de la organización y ejecución de los procesos de construcción de las obras, seguimiento de costos, plazos y calidad estipulados en los contratos, coordinar las necesidades operativas: colaboradores, equipamientos, subcontratistas, materiales, insumos, logística, etc., seguimiento de proveedores y contratistas, relaciones con inspecciones, proveedores, subcontratistas.

Gerencia de Recursos Humanos: El área de recursos humanos es la responsable de gestionar el talento humano, garantizando la captación, el desarrollo, la estabilidad y permanencia de trabajadores idóneos para las distintas áreas de la empresa. Sustentándose en el mejoramiento integral de sus procesos y en su personal de alta eficiencia y calidad humana.

Jefatura de Topografía: Área donde se realiza las actividades de topografía de los proyectos de estudio y de la ubicación en los puntos de los ensayos a realizar para las muestras realizadas a través de la estimación de materiales, elaboración de planos.

Jefatura de Mantenimiento y Control de Calidad: Área donde se planifican y ejecutan las actividades del diseño de los proyectos a ejecutarse. Así mismo se planifican y ejecutan las actividades de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de la infraestructura, máquinas y equipos.

SSOMA: Es el área de soporte donde se asegura todos los cumplimientos de seguridad en el trabajo, salud ocupacional y medio ambiente para minimizar los riesgos que puedan ocasionar en los trabajadores y el impacto que pueda generar en el medio ambiente.



Figura 21. Salud, seguridad y medio ambiente.

Objetivos Estratégicos de la empresa en el proyecto realizado:

Para el último año, la empresa ha definido en su plan estratégico, los siguientes objetivos:

Objetivo	Indicador	Valor referencia	Responsable
Aumentar Satisfacción del Cliente:	Promedio de calificaciones Anual	Para que el valor sea positivo debe ser igual o superior al 90%.	Gerente Técnico
Disminuir Plazo de Ejecución de Obras	Plazo de ejecución respecto del plazo del contrato.	La meta será un valor menor a 100%.	Gerente Técnico.
	Plazo de ejecución respecto del plazo del contrato con aumento de obra	La meta será un valor menor a 100%	Gerente Técnico
Disminuir Costo de Ejecución de Obras Terminadas	Costo real respecto del costo del presupuesto	La meta será un valor menor a 100%	Gerente de Administración y Finanzas
Aumentar la Facturación Anual	Facturación del año respecto de la facturación del año anterior	La meta será un valor mayor a 100%	Gerente de Administración y Finanzas.
Disminuir Tasa de Accidentes	Días de licencia por accidentes al año respecto del promedio mensual de trabajadores del año	La meta será un valor menor a 80%	Jefe de Departamento de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente
Aumentar la Capacitación del Personal	Nº de horas de capacitación por trabajador del año respecto del Nº de capacitación por trabajador del año anterior.	La meta será un valor mayor a 100%	Gerente de Recursos Humanos
Reducir Tiempos Muertos de Maquinaria por Reparación	Horas en mantención respecto a las horas trabajadas	La meta será un valor menor a 5%	Gerente de operaciones
Promover una actitud Proactiva	Número de acciones preventivas del periodo respecto de número de no conformidades del periodo	La meta será un valor mayor a 100%	Representante de Gerencia

Figura 22. Plan estratégico de la empresa con sus indicadores y metas.

Ubicación del trabajo realizado:

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, distritos de Campo Verde. Corresponde a una carretera que une los distritos de Campo Verde (inicio) y Nueva Requena (fin).

- **Zona Urbana – Campo Verde:** km 0+000 – km 1+260
- **Zona Rural:** km 1+260 – km 18+500
- **Zona Urbana – Nueva Requena:** km 18+500 – km 19+050
- **Zona Urbana – Nueva Requena Inundable:** km 19+050 – km 21+440
- **Zona Rural:** km 21+440 – km 22+710.24

Tener en cuenta que la zona rural empieza antes de la ecuación de empalme. Así mismo indicar que la zona inundable se encuentra entre el km 19+050 – km 22+710.24

Ecuación de empalme:

- **Llega:** km 1+269.12 = **Sale:** km 1+230 – **Alargamiento** = 39.12m

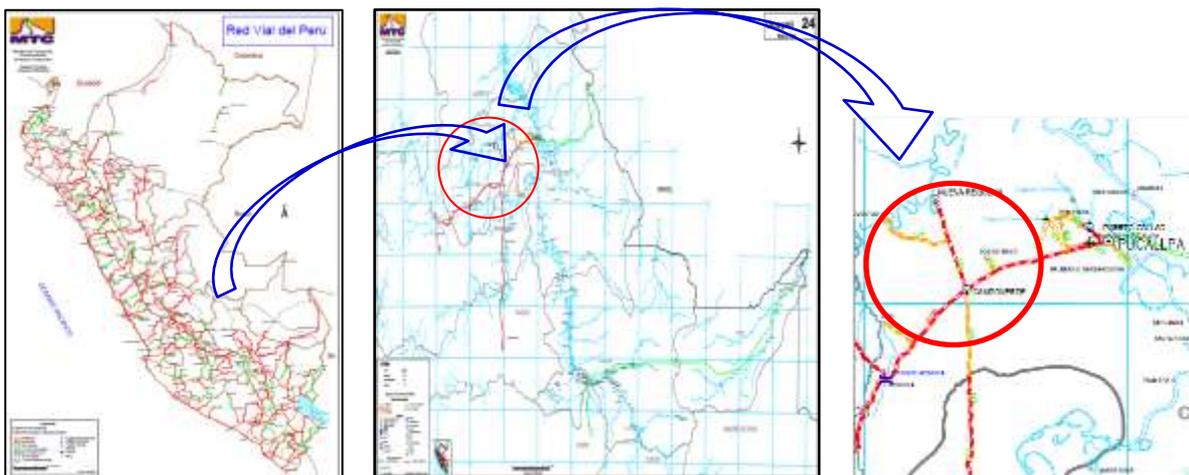


Figura 23. Ubicación del Proyecto.

Desarrollo de trabajo y etapas planificadas de la obra.

El desarrollo de la obra se dio por etapas con el fin de cumplir con los objetivos propuestos y programados durante mi experiencia laboral que desarrollaremos a continuación:

ETAPA 1

En esta primera etapa se hace una evaluación detallada en campo de las distintas zonas comprendidas para el proyecto de estudio de suelos, esto implica realizar una evaluación en la parte cartográfica y topográfica de la zona, siguiendo todos los lineamientos del expediente técnico, además de información de estudios realizados en la región, se realizara las gestiones de permiso con los municipios locales y gobernadores locales, los trabajos de georreferenciación de acuerdo a los lineamientos del MTC y del Instituto Geográfico Nacional.

Etapas de trabajo topográfico:

Los inicios del proyecto para las operaciones de campo empezaron: desde el sábado 20 de abril del Año 2018, del Punto Oficial del IGN Pucallpa “UC01”, Orden “0”, La ubicación de Georreferenciación teniendo las coordenadas de mapa, en los puntos de control GPS tienen una acotación por el Método Geodésico, con los tiempos cronometrados de lectura Pucallpa “UC01”, se finalizó el día el 29 de ABRIL del año 2018.

- GPS-01. Se ubica en el inicio del proyecto en el lado Izquierdo sobre una lomada, este punto forma parte de la red primaria, así como de la poligonal de apoyo, con los siguientes datos de grabación satelital.



Figura 25. Punto de control GPS-01 monumentado



Figura 26. Equipo GNSS: Trimble R8 modelo

- Tiempo de lectura 4h: 22; 20
- Intervalo de grabación: cada cinco segundos
- Base enlazada: UC01
- Fecha de grabación: 24-04-2018
- Ajuste realizado: procesamiento de líneas base y ajuste de red.

- Programa usado: TRIMBLE BUSSINES CENTER

Equipo GNSS: Trimble R8 modelo 4

Ver anexo 06: Reporte de Post Proceso

➤ GPS-02. Se ubica en el lado derecho del terreno existente, este punto forma parte de la red primaria ubicados cada 5km. así como de la poligonal de apoyo, con los siguientes datos de grabación satelital.



Figura 27. Punto de control GPS-02 monumentado.



Figura 28. Equipo GNSS: Trimble R8 modelo - Croquis de enlace con la base de rastreo permanente. UC01, reporte del programa TRIMBLE BUSSINES CENTER

A través de la base de rastreo permanente UC01 se fijaron posiciones de control de la red primaria GPS-01, GPS-06 y GPS-11, luego de las posiciones de control GPS (RED PRIMARIA CONTROL), y con dos estaciones cartográficas, se colocaron posiciones de control GPS restantes, usando la cartografía de las coordenadas RED GEODESICA (triángulo): es decir se realizó procesamiento de líneas base y ajuste de red para cada par de placas, que se encuentran cada 5km.

Sistema de Coordenadas Geográficas

Latitud (ϕ) Paralelo de Ecuador

Longitud (λ) Meridiano de Greenwich

Sistema de coordenadas planas (E, N)

X Falso Este 500 000 metros

Y Falso Norte 10 000 000 metros.

En la siguiente gráfica, se muestran los croquis de los enlaces realizados para la obtención de cotas y coordenadas de cada punto de control GPS, por ejemplo:

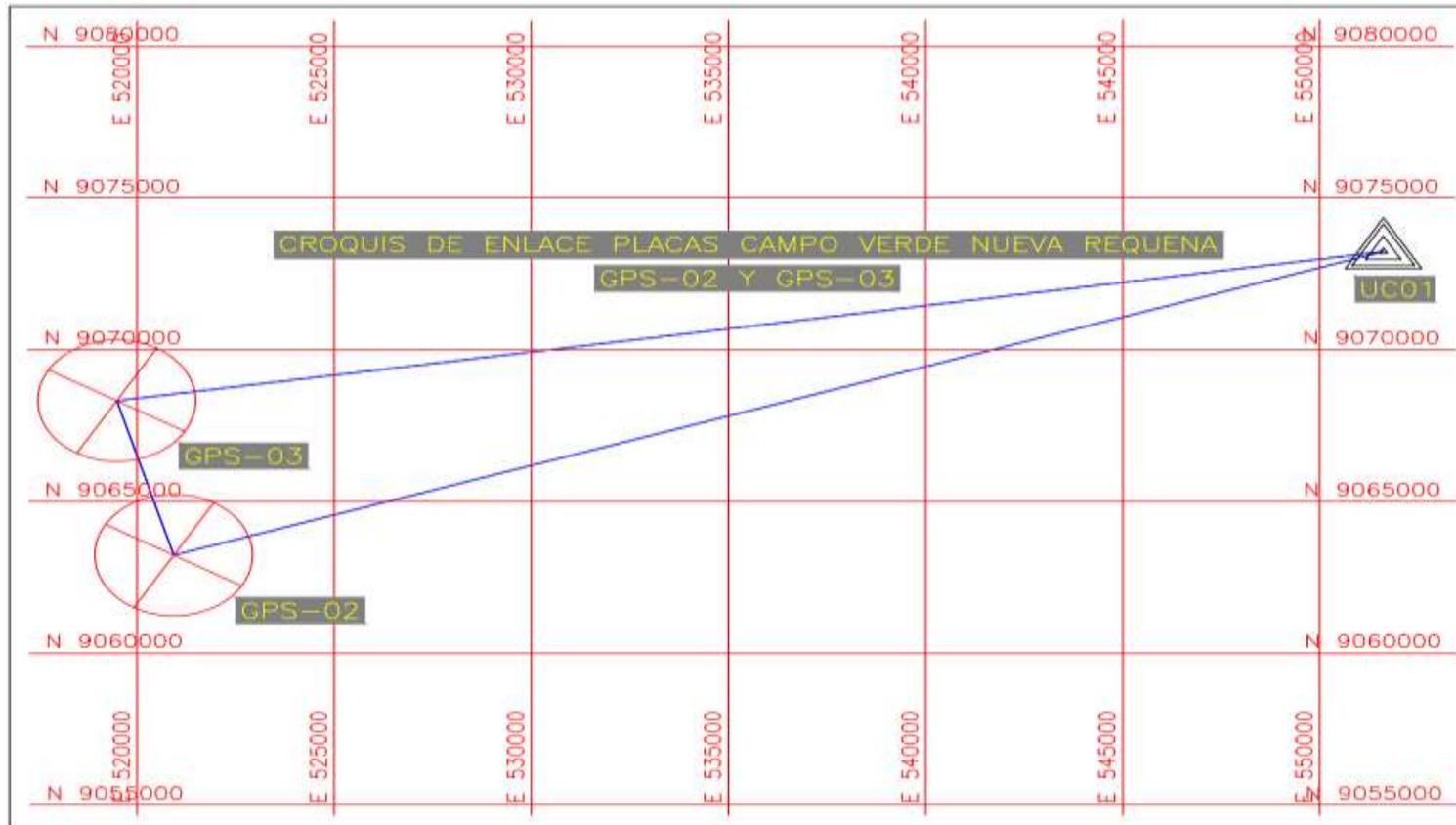


Figura 29. Croquis de los enlaces realizados para la obtención de cotas y coordenadas.
En la figura se fijaron los puntos GPS-02 y GPS-03, teniendo como base el punto UC01

Tabla 8

Coordenadas de Puntos de control GPS – Red Primaria y Secundaria

PUNTO	CUADRO DE COORDENADAS					
	COORDENADAS UTM			COORDENADAS GEODESICAS		
	NORTE	ESTE	H. GEODIA L	LATITUD	LONGITUD	H.ELIPSOI DAL
GPS-01/BM-00	9063046.5 59	521083. 515	192.554	S8°28'34.48 709"	W74°48'30.4 1856"	208.985
GPS-02	9,063,232. 622	520,929. 298	192.442	S8°28'28.43 075"	W74°48'35.46 550"	208.862
GPS-03/BM-11	9,068,325. 887	519,485. 531	193.052	S8°25'42.60 043"	W74°49'22.76 228"	209.251
GPS-04	9,068,687. 207	519,375. 058	189.616	S8°25'30.83 633"	W74°49'26.38 040"	205.799
GPS-05	9,072,834. 506	517,892. 831	177.134	S8°23'15.80 786"	W74°50'14.90 953"	193.133
GPS-06/BM-20	9,073,174. 858	517,771. 185	177.331	S8°23'04.72 655"	W74°50'18.89 191"	193.315
GPS-07/BM-27	9,077,405. 025	516,374. 357	173.045	S8°20'46.99 632"	W74°51'04.61 955"	188.854
GPS-08	9,077,551. 733	516,480. 826	170.588	S8°20'42.21 769"	W74°51'01.14 023"	186.396
GPS-09/BM-34	9,080,644. 318	515,366. 625	152.292	S8°19'01.52 602"	W74°51'37.60 593"	167.976
GPS-10	9,080,842. 053	515,202. 512	152.146	S8°18'55.08 896"	W74°51'42.97 367"	167.819
GPS-11	9,083,949. 254	514,707. 342	151.507	S8°17'13.91 339"	W74°51'59.1 9675"	167.082
GPS-12/BM-42	9,084,229. 846	514,707. 938	151.431	S8°17'04.77 635"	W74°51'59.18 034"	166.998

Fuente: Elaboración propia del Proyecto

Se monumentó, niveló y georreferenciaron en total 12 puntos de control GPS

pertenecientes a la Red primaria y secundaria:

- **Red primaria:** GPS-01/BM-00, GPS-06/BM-20, GPS-11.
- **Red secundaria:** GPS-02, GPS-03/BM-11, GPS-04, GPS-05, GPS-07/BM-27, GPS-08, GPS-09/BM-34, GPS-10 y GPS-12/BM-42.

Ajuste de redes

De la información registrada y obtenida en campo vía satelital, este dato se transfiere a una computadora para su proceso, cada registro de GPS, graba la información con una señal propia:

GPS TRIMBLE, extensión *.t02 y *.t01 (data Trimble)

Se realiza el post proceso de toda la información y se convierten para su lenguaje estándar del GPS, que es RINEX, y esta información se podrá utilizar en los registros del Post-Proceso.

Este post proceso tiene ajustes en los distintos puntos de Control GPS, para el cual utilizó la siguiente Coordenadas:

- CORDENADAS -RED PRIMARIA, ajuste por las coordenadas del cuadrilátero
- CORDENADAS -RED SECUNDARIA Y DE POLIGONAL, ajuste por las coordenadas de triangulación.

Durante el Post Proceso, se obtuvieron las coordenadas Geodésicas y UTM, en el sistema WGS84, ZONA 18s.

ETAPA 2

Desarrollo de los ensayos, registro de datos, toma de muestras de las calicatas y canteras encontradas en las distintas zonas evaluadas y él envió de estas muestras al laboratorio de suelos para su trabajo de selección y posteriormente la evaluación de los resultados obtenidos.

Esta etapa corresponde una visita al área identificada para el ensayo, para contrastar la información recopilada previamente en la anterior etapa y recopilar información de todos los obstáculos que puedan existir para el trabajo en las zonas vecinales y así evitar inconvenientes al momento de la ejecución del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, distritos de Campo Verde. Corresponde a una carretera que une los distritos de Campo Verde (inicio) y Nueva Requena (fin).

- **Zona Urbana – Campo Verde:** km 0+000 – km 1+260
- **Zona Rural:** km 1+260 – km 18+500
- **Zona Urbana – Nueva Requena:** km18+500 – km 19+050
- **Zona Urbana – Nueva Requena Inundable:** km 19+050 – km 21+440
- **Zona Rural:** km 21+440 – km 22+710.24

Tener en cuenta que la zona rural empieza antes de la ecuación de empalme. Así mismo indicar que la zona inundable se encuentra entre el km 19+050 – km 22+710.24.

Identificación de canteras

La identificación de canteras ha sido desarrollada a partir de imágenes satelitales de google earth, la información brindada del Municipio de Nueva Requena y pobladores de la zona, que en conjunto permitieron identificar lugares circundantes al proyecto, con materiales de características aparentemente aptas para su explotación y uso en el proyecto de carretera motivo del presente estudio.

Como resultado de los trabajos indicados, se han identificado preliminarmente un total de cinco canteras cercanas al proyecto que se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 9

Canteras identificadas cercanos al proyecto

N°	Nombre	Ubicación(*)	Lado	Acceso
01	Cantera Zanja Seca	Km 11+710	Izquierdo	25.70 km
02	Cantera Sheshea	Km 11+710	Izquierdo	16.82 km
03	Cantera San José	Km 18+000	Izquierdo	4.78 km
04	Cantera Fundo Canáan	Km 19+960	Derecho	2.06 km
05	Cantera El Oro	Km 22+710	Derecho	7.45 km

(*) La ubicación de las canteras es con respecto al eje proyectado.

Fuente: Elaboración propia del Proyecto.

En cada cantera se han realizado excavaciones de calicatas donde se va a determinar las características geológicas del material, el número de calicatas fue realizado acorde con el área de extracción, y fueron distribuidas convenientemente de manera de cubrir toda el área de explotación.

Para cada calicata excavada, se ha realizado su registro de excavación del suelo (según la norma ASTM D-2488), describiendo los tipos de suelo encontrado, humedad, color, índice de plasticidad y los porcentajes estimados de bolonerías que presentan; y de cada calicata se extrajeron muestras alteradas representativas, que fueron remitidas a laboratorio para realizar los ensayos estándar y especiales de acuerdo al uso previsto.

Se precisa que la excavación de las calicatas ha sido realizada manualmente y en algunas canteras mecánicamente haciendo uso de una retroexcavadora y fueron ejecutados a inicios del mes de mayo del 2018.

En el mes de agosto del 2018 se realizó la segunda campaña de canteras para realizar las calicatas faltantes y de esta manera cumplir con los TDR del proyecto.



Figura 30. Excavación con Retroexcavadora en la Cantera San José

Evaluación de las canteras

En el presente ítem se describe la evaluación de la cantera, identificada preliminarmente, la misma se circunscribe a las canteras previamente identificadas.

Vamos a describir los trabajos realizados cada una de las canteras encontradas en el siguiente proyecto:

Cantera Zanja Seca



Figura 31. Vista panorámica de la Cantera Zanja Seca



Figura 32. Vista panorámica de la Cantera Zanja Seca

Descripción del material:

El material de la cantera consiste en gravas con arenas, clasificados en el sistema SUCS como GW, GP y en el sistema AASHTO como A-1-a (0), de color plomo, no plásticos y compactación suelta a media. La forma de las partículas gruesas son subredondeadas de hasta 8 pulgadas de tamaño máximo.

Se ha realizado una evaluación visual en volumen considerando una muestra integral, obteniéndose el siguiente resultado promedio:

Tabla 10
Clasificación de la Grava en el Sistema SUCS

TAMAÑO	EFICIENCIA
Tmáx.	8"
Mat. >12"	0%
Mat 6"-12"	10%
Mat 2"-6"	15%
Mat. <2"	75%

Evaluación: La cantera es apta para su uso en Relleno, Sub base granular, Base granular, Concreto Asfáltico, Concreto Portland y Tratamiento Superficial Simple para Bermas.

El estudio considera la habilitación de un área auxiliar junto a la cantera, para el acopio de material natural, procesamiento de agregados y con fines de salvaguardar el material en épocas de lluvia.

Material para relleno:

Tabla 11

Resultados de Ensayos para Relleno

Ensayo	Resultados	Requerimiento EG-2013			Cumplimiento
		Base	Cuerpo	Corona	
Tipo de Material (AASHTO)	A-1-a	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3			Si
Tamaño Máximo	200mm	150 mm	100 mm	75 mm	(1)
% de Piedra	69.0%	30% máx.	30% máx.	--	(1)
Índice de Plasticidad	NP	11% máx.	11% máx.	10% máx.	Si
Abrasión	34.8%	65% máx.			Si

Nota:

(1) Contiene en forma aislada piedras y bolones de mayor tamaño que deben ser retirados.

Estudio de suelos

Excavación de las calicatas

Tenemos como objetivo de determinar todas las características encontradas en los materiales del suelo de fundación y estas se han llevado a cabo realizando investigaciones mediante ensayos en cada pozo exploratorio a cielo abierto (calicatas) con el uso de una retroexcavadora. El distanciamiento de las prospecciones es no mayor de 250m y la profundidad mínima de excavación es de 1.50m en cada suelo realizado.

Se precisa que inicialmente para la ubicación de las calicatas en campo se ha utilizado el eje de la factibilidad proporcionado por el cliente en Google Earth, seguidamente se ha realizado el estacado cada 250m y se ha exportado al GPS. Posteriormente en la etapa de campo se ha replanteado de forma aproximada la ubicación de calicatas cada 250m con el uso del GPS.

Finalmente, en la etapa de gabinete y haciendo uso del plano de topografía se han ubicado las calicatas a lo largo del eje de diseño del presente proyecto.

Se ha realizado un total de 93 calicatas a lo largo de todo el tramo en estudio alternadas en el lado derecho e izquierdo del borde de la carpeta y plataforma de la vía existente identificado como C-01 al C-93. Asimismo, se ha realizado 19 calicatas adicionales identificadas como AD-01 al AD-19.

Los trabajos de campo se han realizado a fines del mes de abril del 2018. Asimismo, durante la excavación de las calicatas se han encontrado presencia de nivel freático en las siguientes calicatas: C-9, C-11, C-16, C-17, C-30, C-40, C-58, C-64, C-69, C-70, C-72, C-75, C-77, C-90.

En cada calicata excavada se ha consignado, mediante un control de registro de excavación, la descripción de cada uno de los estratos encontrados, su ubicación y la imagen fotográfico de la calicata, de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM D-2488 (Practice for Description and Identification of Soils).

En los anexos del presente informe, se adjuntan los registros de excavación de las calicatas.

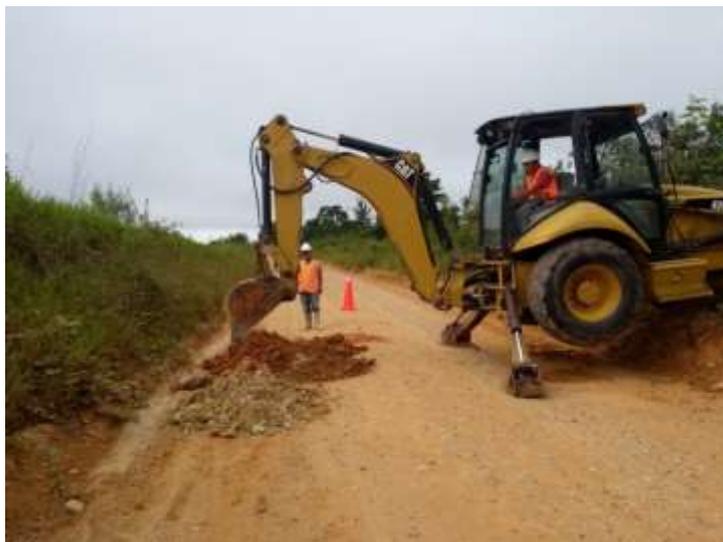


Figura 33. Excavación de las calicatas con el uso de una retroexcavadora

ETAPA 3:

Aquí se da el desarrollo y análisis de los resultados, todas las pruebas de análisis de granulometría, corte directo y otros.

Relación de Calicatas Ejecutadas y Muestras Extraídas

De los materiales de suelo encontrados en las calicatas se han obtenido muestras alteradas, las cuales fueron identificadas con la profundidad, ubicación y su número de muestra luego fueron colocadas en bolsas de polietileno y sacos para su posterior traslado al laboratorio de suelos.

De estos ensayos, se tiene la relación final de la totalidad de calicatas ejecutadas, con fines de estudio del suelo de fundación:



Figura 34. Vista del material de la calicata en la Cantera Guimeal

Tabla 12

Relación de Calicatas y Muestras Extraídas

Calicata	Coordenadas		Progresiva (km)	Profundidad (m)	Muestra	Observación
	Norte	Este				
C-01	9062980	521173	0+005	0.00-0.40	M-1	
				0.40-1.50	M-2	
C-02	9063141	520999	0+245	0.00-1.50	M-1	
C-03	9063325	520825	0+495	0.00-0.20	M-1	
				0.20-1.60	M-2	
C-04	9063475	520978	0+750	0.00-1.50	M-1	
				0.00-0.50	M-1	
C-05	9063580	521152	0+980	0.50-1.20	M-2	
				1.20-1.50	M-3	
C-06	9063776	521082	1+140	0.00-1.50	M-1	
C-07	9063995	521013	1+370	0.00-1.50	M-1	
C-08	9064224	520928	1+615	0.00-0.20	M-1	
				0.20-1.60	M-2	
C-09	9064401	520875	1+800	0.00-0.10	M-1	NF-1.40m
				0.10-1.40	M-2	
				1.40-1.60	M-3	
C-10	9064613	520793	2+030	0.00-0.10	M-1	
				0.10-0.80	M-2	
				0.80-1.70	M-3	
C-11	9064829	520732	2+250	0.00-0.10	M-1	
				0.10-0.70	M-2	
C-12	9065061	520649	2+500	0.70-1.70	M-3	NF-1.50m
				0.00-1.60	M-1	
C-13	9065293	520557	2+750	0.00-0.60	M-1	
				0.60-1.90	M-2	
C-14	9065531	520472	3+000	0.00-0.20	M-1	
				0.20-1.80	M-2	
C-15	9065760	520396	3+240	0.00-0.20	M-1	
				0.20-1.80	M-2	
C-16	9065975	520327	3+470	0.00-2.00	M-1	NF-1.80m
AD-19	9066016	520331	3+510	0.00-1.50	M-1	NF-1.20m

A. Propiedades Físicas

De los ensayos de cada suelo encontrado en el presente trabajo se alcanzan los objetivos propuesto en cada uno de ellos. Se establece que los ensayos en la parte física corresponden solo a aquellos en donde se va determinar las propiedades de los índices de los suelos y que nos permiten determinar su clasificación por cada calicata de suelo:

Granulometría por tamizado (MTC E-107)

Definiremos la granulometría como la distribución de las partículas de diferentes tipos de suelo que, de acuerdo a su tamaño y diámetro, se separan estas partículas mediante el tamizado o paso del agregado por estos cilindros con aberturas de distinto diámetro hasta el tamiz N°200 (diámetro 0.074 milímetros). Se conocen su distribución granulométrica del suelo por debajo de ese tamiz y se hace el ensayo de sedimentación del suelo. Este análisis granulométrico deriva en un gráfico con una curva granulométrico, donde se observa el porcentaje acumulado que pasa versus diámetro de tamiz.

Límite Líquido (MTC E-110)

La plasticidad de un suelo tiene por característica la capacidad de ser moldeable. Esta capacidad va depender de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N°200, porque es este material de suelo es el que actúa como material ligante. Este material de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: plásticos, líquidos y secos. El limite liquido es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como material plástico.



Figura 35. Material de suelo para el laboratorio

Límite Plástico (MTC E-111)

Se va a definir como el contenido de humedad por debajo del cual se va a considerar al suelo como material no plástico, es la humedad correspondiente aquí el suelo se cuarteo y quiebra al formar pequeños rollitos o cilindros pequeños.

Contenido de Humedad Natural (MTC E-108)

Una muestra de suelo con una cantidad de agua que esta contiene, expresa el contenido de humedad y se cuantifica en porcentaje del peso de agua en relación al peso del material seco. Este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas propio de cada lugar que pueden ser variables. Lo correcto es realizar ensayos de suelo con muestras frescas y trabajar casi inmediatamente con este resultado.

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

Los suelos son definidos por el tamaño y diámetro de sus partículas. Frecuentemente encontramos suelos en combinación de dos o más tipos de material de suelo, por ejemplo: grava, arcillas, limo arcilloso, arenas etc. La importancia del rango de tamaño de las

partículas es según la estabilidad y los tipos de ensayos para determinar los límites de consistencia.

El sistema de clasificación de suelos más usado es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), en el menciona que el suelo se clasifica al suelo en 15 grupos identificados por niveles o capas y por términos simbólicos estandarizados.

A continuación, se indica el resumen de lo obtenido en laboratorio de los ensayos muestreados, en el anexo correspondiente se encuentra todos los ensayos realizados y su clasificación para su estudio y evaluación del proyecto a realizarse.

Tabla 13
Ensayos Estándares del Suelo de Fundación

CALICATA	PROGRESIVA (Km.)	LADO	MUESTRA	PROF. (m)	LIM. DE ATTERBERG		% HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN		
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO	
C-01	0+005	LD	M1	0.00-0.40	NP	NP	4.5	SM	A-2-4	0
			M2	0.40-1.50	25	5	12.5	SC-SM	A-4	0
C-02	0+245	LI	M1	0.00-1.50	25	4	12.5	SM	A-4	-1
			M1	0.00-0.20	NP	NP	7.9	SM	A-2-4	0
C-03	0+495	LD	M2	0.20-1.60	23	3	13.4	SM	A-2-4	0
			M1	0.00-1.50	50	17	23.7	ML	A-7-5	-10
C-04	0+750	LI	M1	0.00-0.50	NP	NP	4.8	SM	A-2-4	0
			M2	0.50-1.20	NP	NP	9.1	SM	A-2-4	0
C-05	0+980	LD	M3	1.20-1.50	35	16	20.3	CL	A-6	-8
			M1	0.00-1.50	39	20	23.7	CL	A-6	-10
C-06	1+140	LI	M1	0.00-1.50	21	2	14.6	SM	A-2-4	0
C-07	1+370	LD	M1	0.00-1.50	21	2	14.6	SM	A-2-4	0
			M1	0.00-0.20	NP	NP	6.6	GM	A-1-b	0
C-08	1+615	LI	M2	0.20-1.60	36	15	20.6	CL	A-6	-9
			M1	0.00-0.10	18	NP	5.7	GM	A-1-b	0
C-09	1+800	LD	M2	0.10-1.40	38	17	26.4	SC	A-6	-5
			M3	1.40-1.60	29	11	29.5	SC	A-6	-3
C-10	2+030	LI	M1	0.00-0.10	18	1	9.3	SM	A-4	-3
			M2	0.10-0.80	NP	NP	10.5	SM	A-2-4	0
			M3	0.80-1.70	19	NP	11.3	SM	A-2-4	0

B. Propiedades Mecánicas

Las resistencias de los suelos se van a determinar mediante la propiedad mecánica que se efectúa en los ensayos, este comportamiento es frente a las sollicitaciones de cargas expuestas al medio externo.

Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557) / (MTC E 115)

Este ensayo de Proctor Modificado se realiza para determinar cuan óptimo es el contenido de humedad, para lo cual se obtiene la densidad seca del suelo con una compactación determinada. Al efectuarse este ensayo primero se debe usar el agregado sobre el suelo, para así saber la cantidad de agua se debe agregarse para obtener una mejor compactación del suelo.

California Bearing Ratio - CBR (ASTM D-1883) / (MTC E 132)

El Índice de California (CBR), mide de la resistencia al esfuerzo cortante de un material de suelo, bajo condiciones muy controladas de humedad y densidad. Se va a realizar en todo el proyecto de pavimentos flexibles auxiliándose de curvas empíricas donde nos gráfica la resistencia. Aquí se menciona en valores de porcentaje como la razón de la carga unitaria que se necesita para introducir en un pistón al mismo nivel de profundidad que en una muestra de tipo piedra partida.

El CBR que se obtiene se usa para proyectar la capacidad portante del suelo y este valor que se cuantifica es para profundidades de 0.1 pulgadas. Este CBR calculado varía de acuerdo a su grado de contenido de humedad y compactación, se debe medir y repetir cuidadosamente en el laboratorio de suelo en las condiciones del campo apropiadas, para lo que se requiere un control muy exigente. Si estamos seguros que el suelo no acumulará

humedad después de la pavimentación, los ensayos CBR se llevaran a cabo sobre muestras saturadas de suelo.

Para cada ensayo de suelo se va a definir las propiedades mecánicas que permitan determinar la resistencia de los suelos o su comportamiento frente a las solicitaciones de cargas expuestas al medio.

En la tabla siguiente se presentan todas las características de los suelos realizados tales como Proctor y CBR, que corresponden a los resultados de laboratorio de suelos :

Tabla 14
Ensayos Especiales – Proctor y CBR

CALIC.	PROG. (Km.)	LADO	MUEST.	PROF. (m)	LIM. DE ATTERBERG		% HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN			PROCTOR		CBR (0.1 ")	
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO	(0)	M.D.S. gr/cm3	O.C.H. %	95%	100%
C-01	0+005	LD	M1	0.00-0.40	NP	NP	4.5	SM	A-2-4	(0)	2.000	7.1	13.6	19.0
			M2	0.40-1.50	25	5	12.5	SC-SM	A-4	(0)	1.846	13.3	12.5	17.1
C-09	1+800	LD	M2	0.10-1.40	38	17	26.4	SC	A-6	(5)	1.796	14.1	10.4	16.3
			M3	1.40-1.60	29	11	29.5	SC	A-6	(3)	1.654	17.1	8.7	13.2
C-17	3+730	LD	M1	0.00-0.20	20	NP	4.2	GP-GM	A-1-a	(0)	2.139	5.7	38.6	55.5
			M2	0.20-0.60	21	3	13.1	SM	A-2-4	(0)	1.835	12.0	18.3	29.4
C-25	5+730	LD	M2	0.60-2.00	53	29	27.5	CH	A-7-6	(18)	1.555	20.6	0.6	0.9
			M1	0.00-0.20	NP	NP	4.6	GM	A-1-b	(0)	2.139	6.7	36.6	52.4
C-33	7+725	LD	M2	0.20-1.60	NP	NP	8.1	SM	A-2-4	(0)	1.852	11.0	21.3	29.5
			M2	0.20-1.70	NP	NP	11.3	SM	A-2-4	(0)	1.918	9.9	17.9	25.5
C-41	9+735	LD	M2	0.20-1.60	47	25	23.7	CL	A-7-6	(15)	1.528	21.2	0.8	1.2
C-49	11+730	LD	M2	0.20-1.70	36	16	21.6	CL	A-6	(11)	1.581	18.1	3.0	4.5
C-57	13+730	LD	M1	0.00-1.60	38	17	21.3	CL	A-6	(11)	1.7	17.6	4.0	6.2
C-65	15+725	LD	M1	0.00-0.70	22	NP	10.1	SM	A-2-4	(0)	1.834	11.700	9.3	18.2
			M2	0.70-1.60	25	3	10.6	ML	A-4	(5)	1.789	12.3	7.0	11.0
C-73	17+720	LD	M1	0.00-0.30	NP	NP	3.8	GM	A-1-b	(0)	2.160	6.7	31.3	45.3
			M2	0.30-1.70	33	11	17.7	CL	A-6	(5)	1.752	15.2	8.4	13.1
C-81	19+720	LD	M1	0.00-0.40	NP	NP	7.6	SM	A-2-4	(0)	1.903	11.4	14.4	23.1
			M2	0.40-1.60	38	18	17.2	CL	A-6	(11)	1.798	18.3	1.3	2.0
C-89	21+720	LD	M1	0.00-0.20	NP	NP	5.4	SM	A-2-4	(0)	2.092	7.9	30.4	43.3
			M2	0.20-1.70	42	22	29.7	CL	A-7-6	(14)	1.586	19.2	1.1	1.6

En los anexos del presente informe, se adjuntan los certificados de ensayos de laboratorio de las calicatas

1. Trabajos de gabinete

El trabajo de gabinete responde a un análisis, evaluación e interpretación de resultados de los trabajos en laboratorio y campos realizados, en consecuencia, poder establecer las propiedades físicas - mecánicas de los materiales de suelo encontrados a lo largo de todo el eje proyectado. Cabe mencionar que la inspección visual también es parte de los trabajos de campo, pues atiende la necesidad de conocer las zonas de emplazamiento del trazo proyectado y ayuda en la clasificación visual de los suelos en campo.

Para determinar la calidad de estos suelos de fundación se evaluaron a través de ensayos normados en laboratorio aquellas características mecánicas – físicas más influyentes en el comportamiento estructural del pavimento y como material de construcción.

La información de estas características permitió clasificar a los suelos en todos sus niveles de acuerdo a los sistemas de clasificación AASHTO y SUCS, teniendo el propósito, finalidad de analizar y correlacionar los suelos y elaborar el perfil estratigráfico del terreno donde se emplazará la vía. Desde el punto de vista de resistencia a la deformación bajo la acción de cargas, se efectuó la evaluación del material a través del ensayo de CBR permitiendo establecer el CBR de Diseño para la estructuración del pavimento.

2. Descripción de los estratos en cada suelo encontrado

Sector 3: Km 10+090 – Km 22+710.24

En base a los análisis de los resultados de laboratorio de suelos se tienen las siguientes descripciones:

A. Primer estrato

SUCS

En este estrato se tiene un predominio de arenas limosas y arcillosas (SM, SC-SM), las cuales tiene una humedad natural que varía entre 3.4% y 13.4% y plasticidad que varía entre no plástico y 8%. Seguidamente se tiene presencia mezclas de gravas con arenas limosas y arcillosas (GM, GP-GM) con plasticidad que varía entre no plástico y 1%, dichos suelos tienen una humedad que varía entre 2.7% y 8.5%. Finalmente se tiene la presencia de suelos arcillosos y limosos (CL, ML), las cuales tiene una humedad natural que varía entre 10.6% y 26.1% y plasticidad que varía entre 2% y 24%. El primer estrato de este sector varía entre 0.10 y 1.70 m de espesor de suelo.

AASHTO

Según la Clasificación AASHTO los suelos encontrados en este primer estrato son A-2-4 con un 37.0%, A-1-b con un 31.0%, A-6 con un 13.0%, A-4 con un 8.0%, A-7-6 con un 6.0% y finalmente A-1-a con 5.0%.

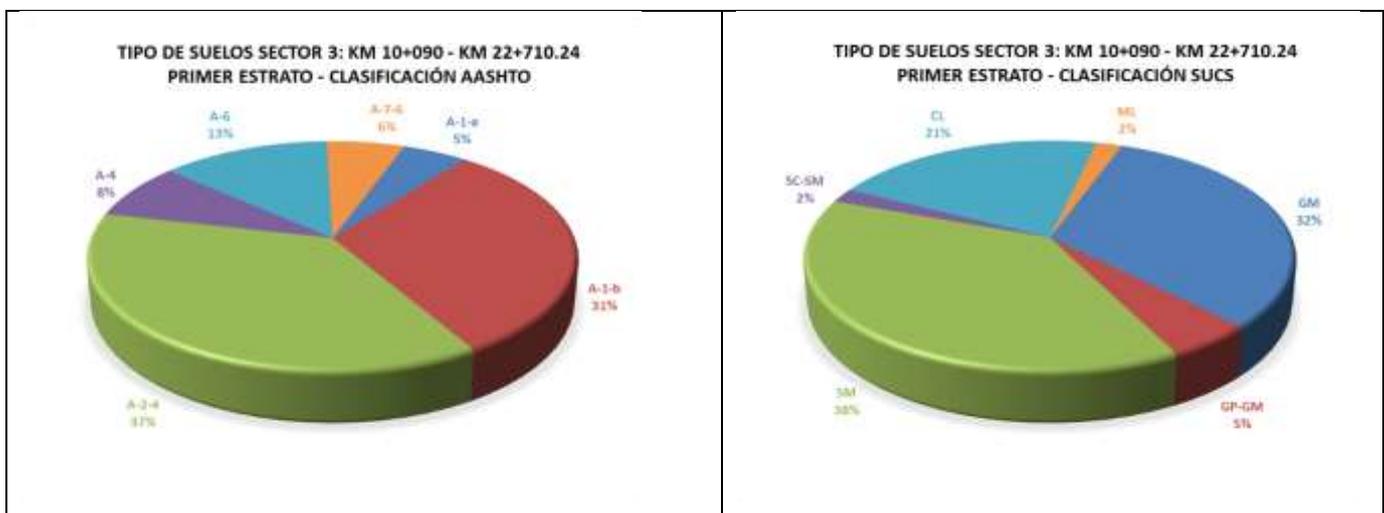


Figura 36. Tipo de suelos - Sector 3 – Primer Estrato

Tabla 15

Porcentaje por Tipos de Suelos - Sector 3 - Primer Estrato

TIPO DE SUELO AASHTO	PORCENTAJE (%)	TIPO DE SUELO SUCS	PORCENTAJE (%)
A-1-a	5	GM	32
A-1-b	31	GP-GM	5
A-2-4	37	SM	38
A-4	8	SC-SM	2
A-6	13	CL	21
A-7-6	6	ML	2

B. Segundo estrato

SUCS

En este estrato se tiene un predominio de suelos arcillosos y limosos (CL, ML), las cuales tiene una humedad natural que varía entre 8.3% y 32.0% y plasticidad que varía entre 3% y 28%. Seguidamente se tiene presencia arenas limosas y arcillosas (SM, SC) con plasticidad que varía entre no plástico y 11%, dichos suelos tienen una humedad que varía entre 6.2% y 11.8%. El segundo estrato de este sector varía entre 0.30 y 1.50 m de espesor.

AASHTO

Según la Clasificación AASHTO los suelos encontrados en este primer estrato son A-6 con un 56.0%, A-7-6 con un 20.0%, A-4 con un 17.0% y finalmente A-2-4 con 7.0%.



Figura 37. Tipo de suelos – Sector 3 – Segundo Estrato.

Tabla 16

Porcentaje por Tipos de Suelos - Sector 3 - Segundo Estrato

TIPO DE SUELO AASHTO	PORCENTAJE (%)	TIPO DE SUELO SUCS	PORCENTAJE (%)
A-2-4	7	SM	11
A-4	17	SC	7
A-6	56	CL	78
A-7-6	20	ML	4

C. Tercer Estrato

SUCS

En este estrato se tiene un predominio de suelos arcillosos y limosos (CL, CH, CL-ML), los cuales tiene una humedad natural alta y plasticidad que varía entre 15.7% y 30.5%. El tercer estrato varía entre 0.70 y 1.1 m de espesor.

AASHTO

Según la Clasificación AASHTO los suelos encontrados en este segundo estrato son A-6 en un 50%, A-7-6 con un 38.0% y finalmente A-4 en un 12%.

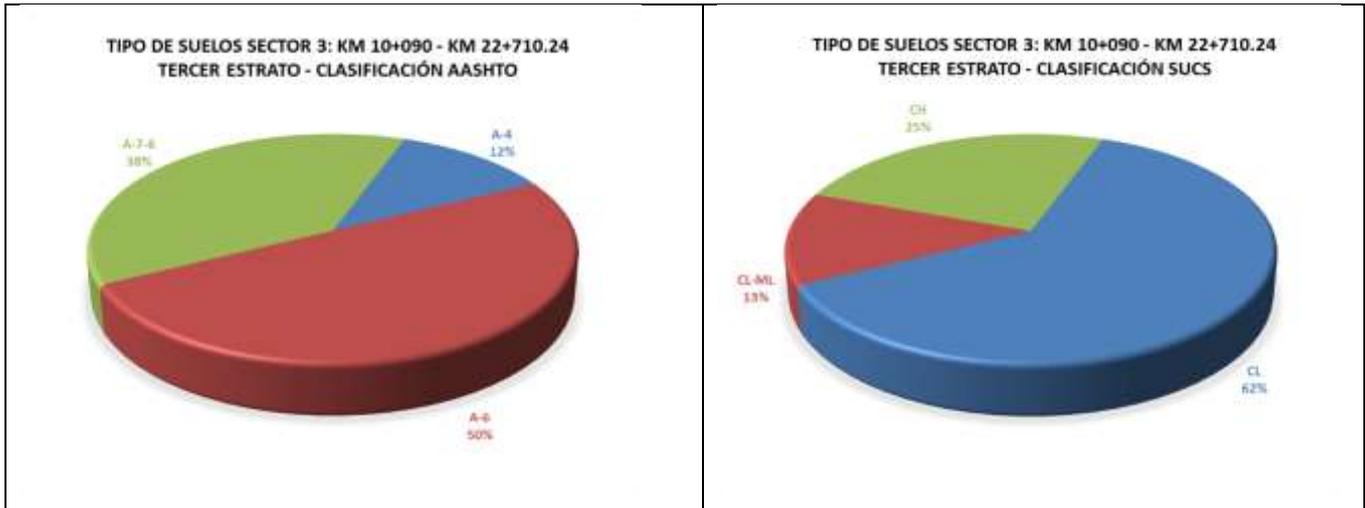


Figura 38. Tipo de suelos - Sector 3 - Tercer Estrato

Tabla 17

Porcentaje por Tipos de Suelos - Sector 3 - Tercer Estrato

TIPO DE SUELO AASHTO	PORCENTAJE (%)	TIPO DE SUELO SUCS	PORCENTAJE (%)
A-4	12	CL	62
A-6	50	CL-ML	13
A-7-6	38	CH	25

ETAPA 4

Modelos de herramientas para desarrollar la solución e identificación del trabajo realizado.

Se va a desarrollar la consistencia del suelo para darle solución a los problemas identificados en las etapas anteriores, la consistencia que tiene el suelo es la firmeza con que se unen los materiales que la conforman o componen, también la resistencia de los suelos a la ruptura y deformación de la rasante.

Esta consistencia de suelo se va a medir por muestras de suelo húmedo, mojado y seco y en los suelos mojados se expresa como plasticidad y adhesividad.

Criterio de Estado del Suelo Según el Índice de Consistencia

Según este criterio se va a determinar el estado del suelo mediante el valor del índice de consistencia que es la firmeza con la que se unen los materiales que lo componen. Este índice expresa en sus valores una medida de la consistencia del suelo, que está relacionada con la cantidad de agua que es capaz de absorber del medio que lo compone. Si es negativo el suelo es líquido y su consistencia se mide por muestras mojadas y húmedas, en otros casos podrá ser semi-líquido, plástico muy blando o blando, plástico duro y si es positivo mayor que uno, el suelo se encuentra en estado sólido en el medio que lo contiene, (Jiménez Salas, José A, “Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones a la Ingeniería”).

En todos los tipos de suelos de fundación encontrados y aquellos suelos que están comprometidos por la descomposición biomecánica de algunos carbones, fue conveniente y necesario evaluarlos por medio de su Índice de Consistencia en el cual se determinara su adhesividad y plasticidad.

José A. Jiménez en su libro de mecánica de suelos y sus aplicaciones en la Ingeniería geológica realizó un estudio referente a los índices de consistencia del suelo saturado determino sus características estableciendo rangos y valores de acuerdo a cada escala. Se presenta la siguiente escala de consideraciones para el índice de consistencia.

Tabla 18

Estado de suelo según el índice de consistencia

Índice de Consistencia	Estado de Suelo
< 0.00	Líquido
0.00 – 0.25	Semi líquido
0.025 – 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 con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

LL: Limite Liquido

W: Contenido de Humedad

IP: Índice de Plasticidad

El criterio para considerar que un suelo es inadecuado es cuando este tiene un índice de consistencia **Líquido, Semi Liquido, Plástico, Plástico Muy Blando y Plástico Blando**.

La simbología usada en el presente criterio es la siguiente:

L: Líquido

P: Plástico

S: Sólido

SL: Semi Líquido

PMB: Plástico muy Blando

PB: Plástico Blando

PD: Plástico Duro

De acuerdo a los criterios anteriores mencionados, se presenta la siguiente tabla con el Criterio de Estado del Suelo Según el índice de Consistencia.

Tabla 19

Valores Obtenidos del Índice de Consistencia

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	LADO	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		HUMEDAD NATURAL (%)	ESTADOS DE CONSISTENCIA	
				LL	LP	IP	AASHTO	SUCS		IC	Estado
C - 1	M - 2	1.10	Der	24.6	19.5	5.2	A-4 (3)	SC-SM	12.5	2.35	S
C - 2	M - 1	1.50	Izq	25.0	21.2	3.8	A-4 (1)	SM	12.5	3.29	S
C - 3	M - 1	0.20	Der	-	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	7.9	--	--
C - 3	M - 2	1.40	Der	23.3	20.0	3.3	A-2-4 (0)	SM	13.4	3.00	S
C - 4	M - 1	1.50	Izq	50.0	33.0	17.0	A-7-5 (10)	ML	23.7	1.55	S
C - 5	M - 1	1.50	Der	NP	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	4.8	--	--
C - 5	M - 2	0.50	Der	NP	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	9.1	--	--
C - 5	M - 3	0.70	Der	35.0	19.0	16.0	A-6 (8)	CL	20.3	0.92	PD
C - 6	M - 1	1.50	Izq	39.4	19.2	20.2	A-6 (10)	CL	23.7	0.78	PD
C - 7	M - 1	1.50	Der	21.1	18.8	2.3	A-2-4 (0)	SM	14.6	2.79	S
C - 8	M - 1	0.20	Izq	-	NP	NP	A-1-b (0)	GM	6.6	--	--
C - 8	M - 2	1.40	Izq	36.5	21.2	15.3	A-6 (9)	CL	20.6	1.04	S
C - 9	M - 1	0.10	Der	18.5	NP	NP	A-1-b (0)	GM	5.7	--	--
C - 9	M - 2	1.30	Der	38.3	21.8	16.5	A-6 (5)	SC	26.4	0.72	PB
C - 9	M - 3	0.20	Der	28.9	17.7	11.2	A-6 (3)	SC	29.5	-0.05	L
C - 10	M - 1	0.10	Izq	18.4	17.0	1.4	A-4 (3)	SM	9.3	6.53	S
C - 10	M - 2	0.70	Izq	-	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	10.5	--	--

A continuación, se muestra todos sectores donde se está cumpliendo con los criterios geotécnicos para la determinación Mejoramientos de Suelos.

Determinación de Altura de Mejoramiento

El espesor de mejoramiento en los sectores con alto coeficiente de compresibilidad (ICp), bajo Índice de Consistencia (Ic) e Índice de liquidez (I_L), 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 para los sectores S1, S2, S3A, S3B el espesor de pavimento considerado es 39.0 cm. y el espesor de mejoramiento planteado será de 65 cm, por lo tanto, $z = 104$.

Luego, según Raúl Valle Rodas, el esfuerzo que se presente a la profundidad definida debe ser menor a 0.10 Kg/cm².

Las progresivas de los sectores S1, S2, S3A, S3B de acuerdo a sectorización final es el siguiente:

Tabla 20

Sectorización Tramo: Campo Verde – Nueva Requena

SECTOR	SUB SECTOR	DEL KM	AL KM
	1	00+000	06+330
	2	06+330	10+090
3	3A	10+090	11+710
	3B	11+710	19+050 (*)

(*) A partir de la progresiva Km 19+050 hasta el tramo final se considera un sector inundable.

A continuación, se presenta el cálculo de esfuerzos y la comparación con la teoría de boussinesq.

Mejoramiento de Suelos S1-S2-S3A-S3B			
Cálculo de esfuerzo según Boussinesq.			
Estructura de pavimento	=	39	cm
Espesor mejorado (calc.)	=	65	cm
Espesor mejorado (asum.)	=	65	cm
Carga de aplicación	q=	5.62	kg/cm ² ,
Radio	a=	10.78	cm
Profundidad	z=	104	cm
Esfuerzo	z=	0.0985	kg/cm ²
Esfuerzo a una profundidad de "Z" cm			z= 0.098 Kg/cm ²
Porcentaje de esfuerzo respecto a la carga de aplicación	80 KN		z(%)= 1.8%
Criterio de evaluación			
Esfuerzo a 0.1 de carga de aplicación (Raúl Valle Rodas, carreteras, calles y aeropuertos)			0.10 Kg/cm ²
Verificación			
Esfuerzo a la profundidad Z es menor		0.098 ≤ 0.10	si cumple

Figura 39. Cálculo de esfuerzos por Boussinesq para espesor de Mejoramiento de e=65 cm

De acuerdo a lo anterior, verificamos el primer espesor de mejoramiento de 65 cm, obteniéndose un esfuerzo a la profundidad de 104 cm. de 0.098 Kg/cm² que representa el 1.8% de la carga y resulta mayor al valor establecido (0.10 Kg/cm². 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.

Para el caso del criterio de potencial de expansión y para el criterio de humedad de suelo y su compactación, se debe extraer el espesor total de dicho estrato, pero no menor de un espesor de **65 cm**.

Según este procedimiento de cálculo para determinar en sectores localizados del suelo, el espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de sub rasantes pobres y con fallas, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte encontrados entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$, calculándose según lo siguiente en base a este CBR:

Se calculará el número estructural (SN) del pavimento para 20 años de uso aproximadamente, el material a emplear tendrá un $CBR \geq 10\%$ e Índice de Plasticidad (IP) menor a 10, o en todo caso será similar. De acuerdo a los sectores adyacentes al sector de sustitución de suelos presentan un

$CBR > 10\%$, para el cálculo del número estructural (SN) se utilizará el mayor valor de CBR de suelo, este valor representa el material a reemplazar y este número estructural (SN) calculado se denominará SN_m (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento del suelo para el CBR del material de sub rasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).

- a) Se realiza la variación y diferencia algebraica de números estructurales.

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

- b) Teniendo escogido el material de reemplazo del suelo ($CBR \geq 10\%$) a colocar (según SN_m calculado), se obtendrán y colocará los valores correspondientes de coeficiente

drenaje (m_i) y coeficiente estructural (a_i), luego de obtener dichos valores numéricos se procederá a obtener el espesor (E), aplicando la siguiente ecuación definida:

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Siendo:

- E : Espesor de reemplazo en cm.
 a_i : Coeficiente estructural del material a colocar / cm
 m_i : Coeficiente de drenaje del material a colocar.

Espesores Finales de Mejoramiento

Para determinar los espesores de mejoramiento se efectuado, 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 de estudio:

El criterio de Boussinesq define la profundidad a la cual el esfuerzo llega a ser 0.1 kg/cm^2 , no establece el tipo de material de la fundación. La profundidad calculada es de 65.0 cm siendo esta solamente referencial para determinar el espesor de mejoramiento aplicado a los criterios de coeficiente de compresibilidad (IC_p), bajo Índice de Consistencia (I_c) e Índice de liquidez (I_L).

Para el caso que durante la construcción se encuentren suelos con valor de CBR menores a 6% se definieron los espesores de mejoramiento, en este caso es de 0.65m. Cabe indicar que el criterio se aplicó a los valores de CBR compuestos luego de verificar si trata 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.

Sectores de Relleno a mejorar en un espesor mínimo de 0.50, asimismo se debe seguir lo indicado por la Especificación EG-2013, Capítulo II Movimiento de Tierras, Sección 201 Desbroce y Limpieza del Terreno, sub sección 201.06 Remoción de tocones y raíces.

Se excluyó del análisis los sectores en roca ya que no se han encontrado estratos de roca durante la ejecución de las calicatas.

A continuación, se muestra todos sectores y espesores para el Mejoramiento de Suelos del material inadecuado de la subrasante:

LEYENDA		X Material Inadecuado		CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)	
TRAMO			Calicata	1	2	3	4	5	6		
INICIO	Ubicación	FIN		ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ		
00+000	0+005	00+125		C - 1							
00+125	0+245	00+370	C - 2								
00+370	0+495	00+580	C - 3								
	0+495		C - 3								
00+580	0+665	00+865	C - 4						X		
00+865	0+980	01+060	C - 5							X	65.00
	0+980		C - 5							X	
	0+980		C - 5								
01+060	1+140	01+255	C - 6							X	65.00
01+255	1+370	01+493	C - 7								
01+493	1+615	01+708	C - 8								
	1+615		C - 8								
01+708	1+800	01+915	C - 9								
	1+800		C - 9		X				X	X	50.00
	1+800		C - 9		X				X	X	
01+915	2+030	02+140	C - 10								
	2+030		C - 10								
	2+030		C - 10								
02+140	2+250	02+375	C - 11								
	2+250		C - 11						X	X	50.00
	2+250		C - 11								
02+375	2+500	02+625	C - 12								
02+625	2+750	02+875	C - 13								50.00

LEYENDA		X Material Inadecuado								
TRAMO			Calicata	CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
INICIO	Ubicación	FIN		1	2	3	4	5	6	
				ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
	2+750		C - 13						X	
02+875	3+000	03+120	C - 14							
	3+000		C - 14							
03+120	3+240	03+355	C - 15							
	3+240		C - 15							
03+355	3+470	03+490	C - 16							
03+490	3+510	03+620	AD-19					X	X	50.00
03+620	3+730	03+853	C - 17							
	3+730		C - 17							
	3+730		C - 17	X	X		X		X	
03+853	3+975	04+018	C - 18							
	3+975		C - 18							
04+018	4+060	04+150	AD-18							
	4+060		AD-18							
	4+060		AD-18							
04+150	4+240	04+360	C - 19							
	4+240		C - 19							
04+360	4+480	04+605	C - 20							
	4+480		C - 20						X	50.00
04+605	4+730	04+855	C - 21							
	4+730		C - 21	X						65.00
04+855	4+980	05+110	C - 22							
	4+980		C - 22	X						50.00

LEYENDA		X Material Inadecuado		CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
TRAMO			Calicata	1	2	3	4	5	6	
INICIO	Ubicación	FIN		ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
05+110	5+240	05+335		C - 23						
	5+240		C - 23							
05+335	5+430	05+460	AD-17							
	5+430		AD-17							
05+460	5+490	05+595	C - 24							65.00
	5+490		C - 24	X					X	
05+595	5+700	05+715	AD-16							
	5+700		AD-16							
05+715	5+730	05+765	C - 25							
05+765	5+800	05+895	AD-15							
	5+800		AD-15							
05+895	5+990	06+115	C - 26							65.00
	5+990		C - 26	X			X	X	X	
06+115	6+240	06+285	C - 27							50.00
	6+240		C - 27	X			X		X	
06+285	6+330	06+393	AD-14							
	6+330		AD-14							
06+393	6+455	06+585	C - 28							50.00
	6+455		C - 28	X				X	X	
06+585	6+715	06+843	C - 29	X						
06+843	6+970	07+095	C - 30	X			X	X	X	65.00
07+095	7+220	07+343	C - 31							
	7+220		C - 31							

LEYENDA		X Material Inadecuado								
TRAMO			Calicata	CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
INICIO	Ubicación	FIN		1	2	3	4	5	6	
				ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
07+343	7+465	07+595	C - 32	X					X	65.00
07+595	7+725	07+855	C - 33							
	7+725		C - 33							
07+855	7+985	08+108	C - 34							
	7+985		C - 34							
	7+985		C - 34							
08+108	8+230	08+353	C - 35							50.00
	8+230		C - 35							
	8+230		C - 35	X				X	X	
08+353	8+475	08+558	C - 36							
	8+475		C - 36							
08+558	8+640	08+683	AD-13	X						65.00
08+683	8+725	08+850	C - 37							
	8+725		C - 37							
	8+725		C - 37							
08+850	8+975	09+100	C - 38							50.00
	8+975		C - 38	X					X	
	8+975		C - 38	X			X		X	
09+100	9+225	09+355	C - 39	X			X	X	X	65.00
09+355	9+485	09+610	C - 40							50.00
	9+485		C - 40					X	X	
	9+485		C - 40	X				X	X	
09+610	9+735	09+855	C - 41							

LEYENDA		X Material Inadecuado								
TRAMO			Calicata	CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
INICIO	Ubicación	FIN		1	2	3	4	5	6	
				ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
	9+735		C - 41	X	X		X		X	
09+855	9+975	10+033	C - 42	X			X		X	
10+033	10+090	10+158	AD-12							
10+158	10+225	10+323	C - 43							50.00
	10+225		C - 43	X		X	X	X		
	10+225		C - 43	X		X	X	X		
10+323	10+420	10+455	AD-11							
	10+420		AD-11	X						
10+455	10+490	10+535	C - 44							65.00
	10+490		C - 44	X			X	X	X	
10+535	10+580	10+658	AD-10							
	10+580		AD-10							
10+658	10+735	10+860	C - 45	X					X	65.00
10+860	10+985	11+078	C - 46							50.00
	10+985		C - 46	X			X		X	
11+078	11+170	11+200	AD-9							
11+200	11+230	11+340	C - 47	X					X	50.00
11+340	11+450	11+468	AD-8							
	11+450		AD-8							
11+468	11+485	11+608	C - 48							
	11+485		C - 48							
	11+485		C - 48							
11+608	11+730	11+810	C - 49							65.00

LEYENDA		X Material Inadecuado		CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
TRAMO			Calicata	1	2	3	4	5	6	
INICIO	Ubicación	FIN		ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
	11+730			C - 49	X	X				X
11+810	11+890	11+935	AD-7							
11+935	11+980	12+105	C - 50							
12+105	12+230	12+355	C - 51							
	12+230		C - 51							
12+355	12+480	12+610	C - 52							
	12+480		C - 52							
12+610	12+740	12+860	C - 53							65.00
	12+740		C - 53	X						
12+860	12+980	13+105	C - 54							
	12+980		C - 54	X					X	
13+105	13+230	13+355	C - 55	X					X	50.00
13+355	13+480	13+595	C - 56							
13+595	13+710	13+720	AD-6							
	13+710		AD-6							
13+720	13+730	13+853	C - 57	X	X				X	50.00
13+853	13+975	13+998	C - 58							
	13+975		C - 58	X					X	50.00
13+998	14+020	14+125	AD-5							
	14+020		AD-5							
14+125	14+230	14+355	C - 59							
14+355	14+480	14+605	C - 60							
	14+480		C - 60							

LEYENDA		X Material Inadecuado								
TRAMO			Calicata	CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
INICIO	Ubicación	FIN		1	2	3	4	5	6	
				ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
14+605	14+730	14+855	C - 61	X			X		X	
14+855	14+980	15+105	C - 62							50.00
	14+980		C - 62	X					X	
15+105	15+230	15+353	C - 63							
15+353	15+475	15+600	C - 64							50.00
	15+475		C - 64							
	15+475		C - 64	X				X	X	
15+600	15+725	15+783	C - 65							
	15+725		C - 65							
15+783	15+840	15+905	AD-4							
	15+840		AD-4							
15+905	15+970	16+095	C - 66							
16+095	16+220	16+320	C - 67							
	16+220		C - 67							
16+320	16+420	16+450	AD-3							
	16+420		AD-3							
16+450	16+480	16+603	C - 68							
	16+480		C - 68							
16+603	16+725	16+848	C - 69							
	16+725		C - 69							
16+848	16+970	17+095	C - 70							
	16+970		C - 70							
17+095	17+220	17+345	C - 71							

LEYENDA		X Material Inadecuado								
TRAMO			Calicata	CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
INICIO	Ubicación	FIN		1	2	3	4	5	6	
				ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUEZ	
	17+220		C - 71							
	17+220		C - 71							
17+345	17+470	17+595	C - 72							50.00
	17+470		C - 72						X	
17+595	17+720	17+845	C - 73							50.00
	17+720		C - 73		X					
17+845	17+970	18+095	C - 74							
	17+970		C - 74							
18+095	18+220	18+345	C - 75							
	18+220		C - 75							
18+345	18+470	18+595	C - 76							50.00
	18+470		C - 76						X	
18+595	18+720	18+845	C - 77							50.00
	18+720		C - 77							
	18+720		C - 77						X	
18+845	18+970	19+050	C - 78							

LEYENDA		X Material Inadecuado								
TRAMO			Calicata	CRITERIOS DE VERIFICACIÓN DE SUELOS INADECUADOS CON EXCESIVA HUMEDAD (ACOLCHONAMIENTOS)						ESPESOR DE MEJORAMIENTO O REMPLAZO (cm)
INICIO	Ubicación	FIN		1	2	3	4	5	6	
				ÍNDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	HUMEDAD DE SUELO Y SU COMPACTAC.	COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ÍNDICE DE LIQUIDEZ	

 Sectores de Relleno a mejorar en los hombros en un espesor mínimo de 0.50m, así mismo se debe seguir lo indicado por la Especificación EG-2013, Capítulo II Movimiento de Tierras, Sección 201 Desbroce y Limpieza del Terreno, sub sección 201.06 Remoción de tocones y raíces

 Mejoramiento por CBR, con el fin de cumplir que el CBR debe ser mayor a 6%

 Sectores que no cumple el requerimiento de SN, y que están considerados en el método del Número Estructural por lo que no se ha considerado un mejoramiento en este método. El espesor de mejoramiento obtenido por el método del Número Estructural es de 0.50m

(*) A partir de la progresiva Km19+050 hasta la progresiva final del tramo se considera el sector inundable.

Figura 40. Sectores y Espesores para el Mejoramiento de Suelos de la Subrasante

Diagrama del flujo del proceso en el análisis de suelos del proyecto mejoramiento en la Carretera Coronel Portillo –Ucayali.

a) **Proceso Principal:** El proceso general está integrado por las siguientes actividades.

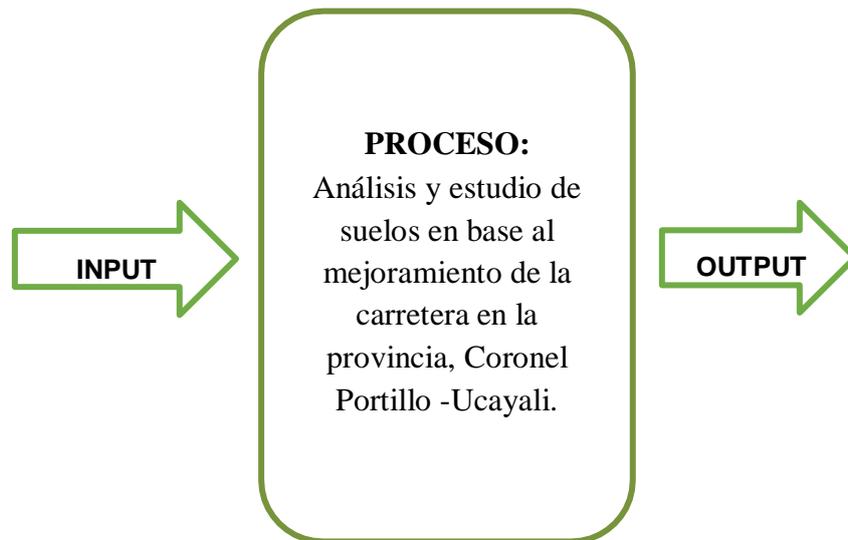


Figura 41. Diagrama de flujo del proceso general.

b) Sub Procesos

El estudio de los análisis de suelos y ensayos realizados está conformado por sub procesos en cada una de las etapas y se desarrollan actividades propias así podemos clasificar en las siguientes etapas:

Trabajos preliminares

La etapa preliminar del proyecto se caracteriza por la ejecución de actividades previas a la etapa del ensayo de análisis de suelo.

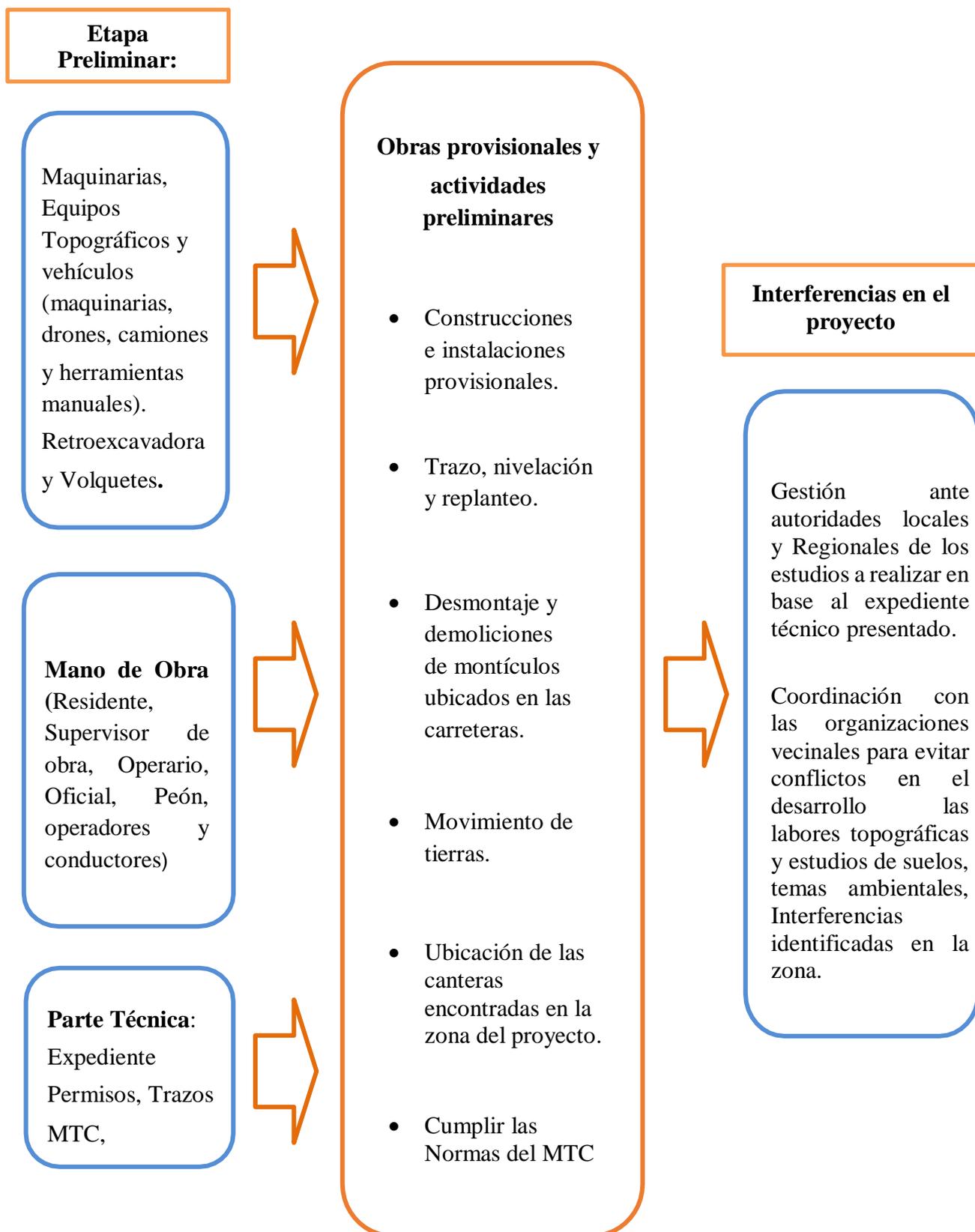


Figura 42. Diagrama de flujo de los trabajos preliminares

Etapa de análisis y ensayos del estudio de suelos

Esta etapa se caracteriza por los ensayos de los análisis de suelos para el mejoramiento de la carretera Coronel Portillo Ucayali, el cual, durante la etapa de su aplicación de estudio, involucra lo siguientes actividades:

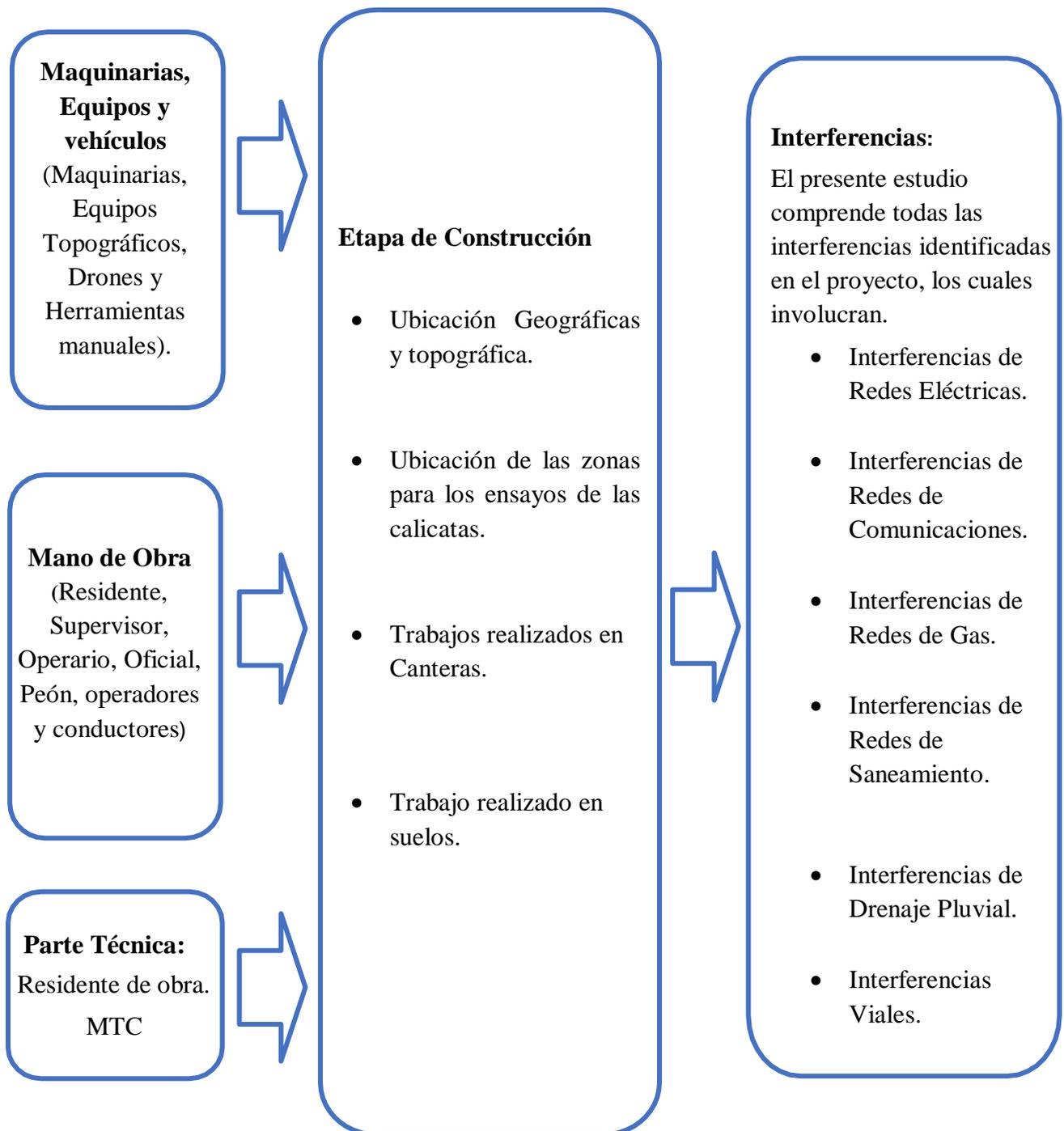


Figura 43. Diagrama de Flujo en la etapa de estudio de suelos

Diagrama de flujo

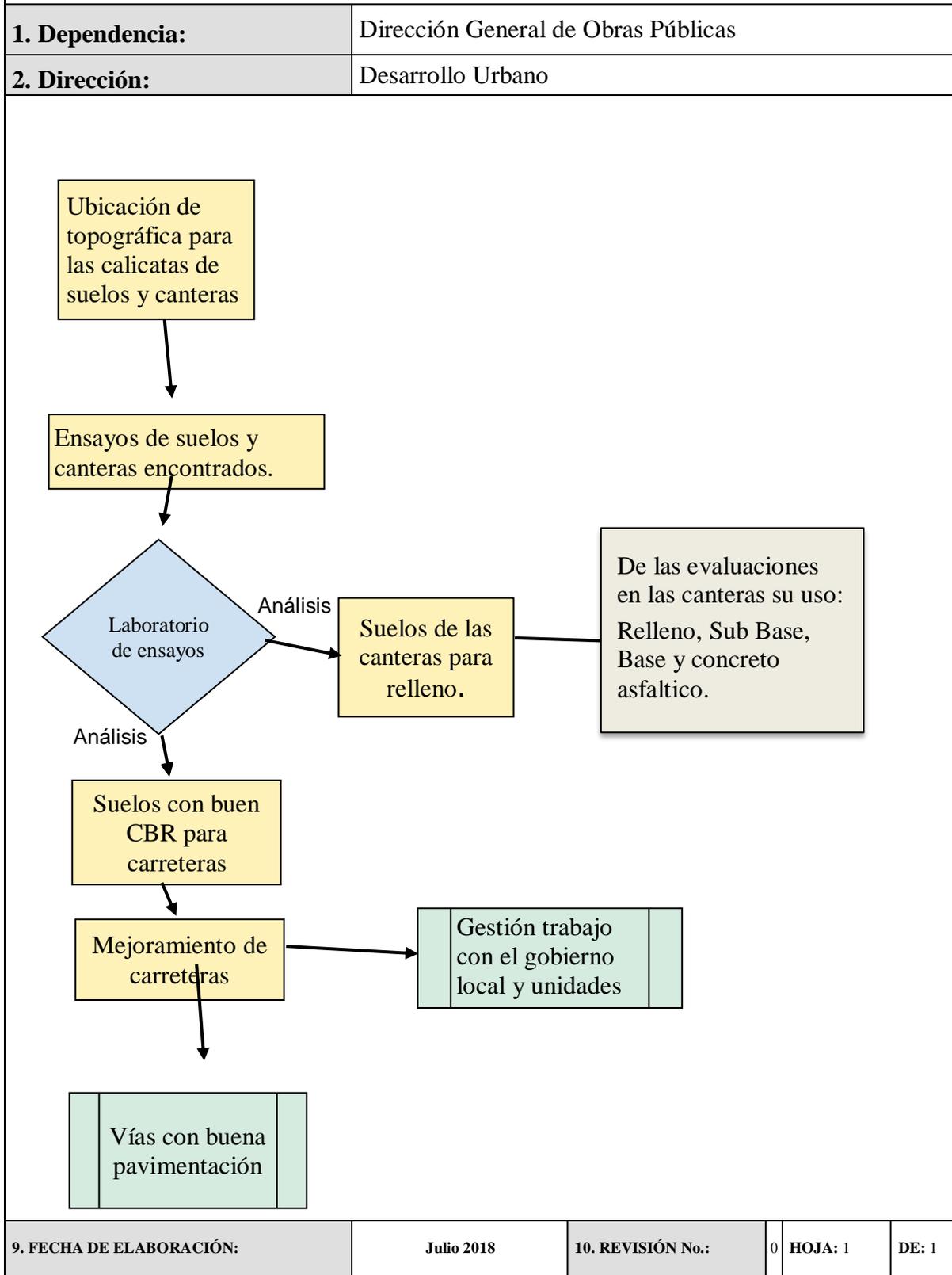


Figura 44. Diagrama de flujo de estudio de suelos para el mejoramiento de Carreteras

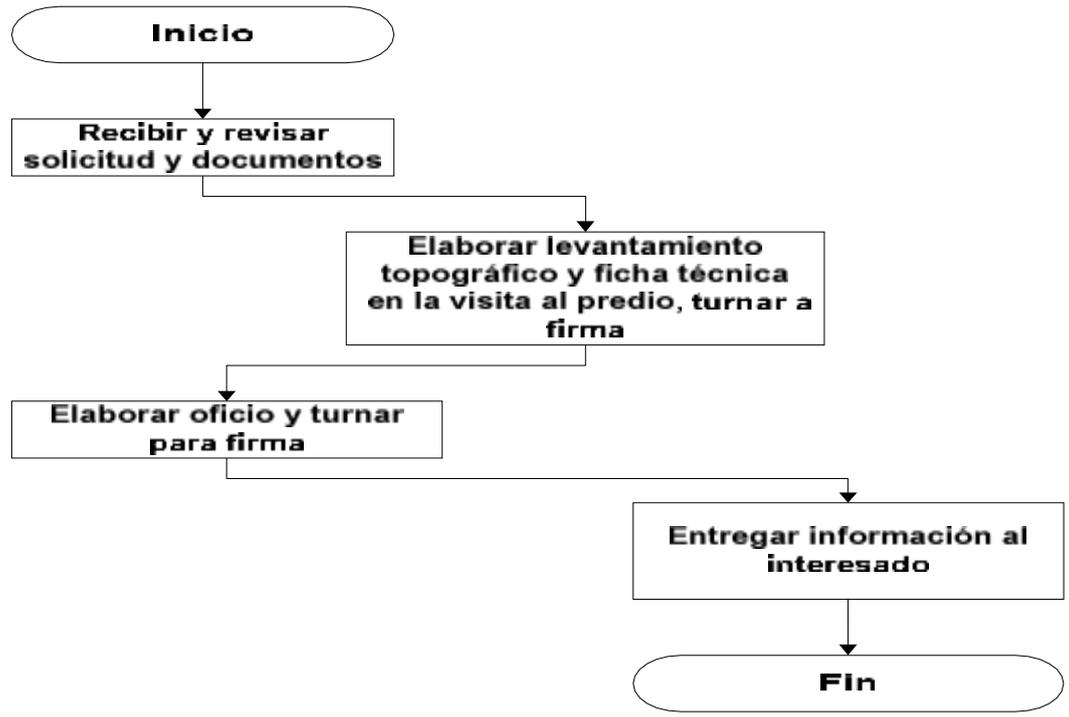
GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI					
1. DEPENDENCIA:	Dirección General de Obras Públicas.				
2. DIRECCIÓN:	Desarrollo Urbano.				
DIAGRAMA DE FLUJO DE DOCUMENTOS					
3. NOMBRE DEL PROYECTO:	Estudio de suelos para el mejoramiento de carretera Coronel Portillo -Ucayali	4. CÓDIGO PROYECTO:	MP- GRU-20018		
5. NOMBRE DEL PROCESO:	Opinión Técnica a la Solicitud de Invasión a Restricciones de la Carretera.	6. NOMBRE DEL SERVICIO:	Reservas Territoriales		
7. RESPONSABLE DEL PROCESO:	Residente de Obra.				
08. REPRESENTACIÓN GRAFICA					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;"> Jefe de Área Supervisor Secretaria </div>  <pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Recibir[Recibir y revisar solicitud y documentos] Recibir --> Levantamiento[Elaborar levantamiento topográfico y ficha técnica en la visita al predio, turnar a firma] Levantamiento --> Oficio[Elaborar oficio y turnar para firma] Oficio --> Entregar[Entregar información al interesado] Entregar --> Fin([Fin]) </pre>					
9. FECHA DE ELABORACIÓN:	Julio 2018	10. REVISIÓN No.:	0	HOJA: 1	DE: 1

Figura 45. Diagrama de flujo de la revisión de documentos.

Descripción de mi experiencia en el proyecto de mejoramiento de suelos

Mi participación en campo se inicia con el reporte diario al supervisor de obra ya que con este control se informa todas las actividades que se realizaron en el día de trabajo, este reporte es enviado diariamente al supervisor y residente de obra y a todos los responsables de cada área para que dispongan de toda la información que se registra y puedan ser utilizados durante el proyecto.

Los reportes y controles son diarios y cuentan con varias secuencias que serán detalladas a continuación durante mi permanencia en el proyecto:

Reporte de campo

Se me designa como encargado de realizar el reporte de la zona a evaluarse previo a los estudios topográficos, se inspecciona las condiciones para la toma de muestras, se determina la presencia de canteras a lo largo de los tramos a evaluarse, posteriormente se reporta al supervisor de obra las condiciones del terreno, aquí se adjunta una imagen de las condiciones del terreno a causas de factores climáticos al inicio del proyecto.



Figura 46. Carretera de la vía inundada por agua – Factor Climático

Registro de inspección

Aquí realice el registro y se coloca la fecha en que se realizara la inspección en campo como ensayos de calicatas en suelos y canteras.



Figura 47. Deformación de la plataforma Km 10+600 de severidad alto



Figura 48. Presencia de baches con un nivel de severidad alto en los suelos.

N° de reporte de obra.

Aquí se colocará el número de reporte desde el inicio de obra y así irán aumentando numéricamente a medida que aumenten los ensayos de la obra.



Figura 49. Mediciones y reporte de inicio de la obra

Tramo.

Según datos de la topografía aquí se anotará la progresiva exacta o el tramo del suelo en la cual se está trabajando para que se tenga una mejor ubicación.



Figura 50. Equipo GNNS: Trimble R8 modelo 4

Control diario.

Aquí se registra y recopila toda la información de campo que se realizó en el día y describiendo cada una de las observaciones indicando la progresiva y partida en la que se desarrolló el trabajo.



Figura 51. Ensayos de calicatas efectuadas en la parte laterales de las vías.



Figura 52. Calicata C-1, de 0.30m a 1.70 m Arena arcillosa con grava (SC-SM)

Control de Calidad de Obra.

Aquí se colocó todos los controles de calidad de obra que se realizaron en el día de trabajo los cuales son:

- Ensayos de calicatas suelos y canteras
- CBR, Proctor Modificado
- Nivelación Topográfica de sub base, sub rasante, base etc.
- Nivelación Topográfica de suelos, canteras, rellenos y pavimentos, rellenos etc.

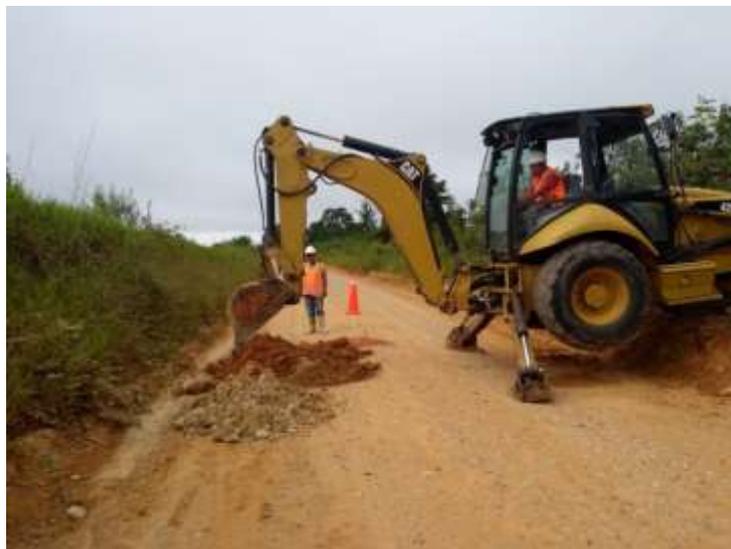


Figura 53. Excavación de las calicatas con el uso de una retroexcavadora



Figura 54. Vista del Top Soil de la Cantera Fundo Canaán



Figura 55. Vista del material de la Cantera Sheshea



Figura 56. Vista panorámica de la Cantera Sheshea

Cuaderno de obra

Aquí se explicará todas las incidencias y percances reportadas en el cuaderno de obra además de informar al detalle las ocurrencias que se realizaron como ampliaciones, prestaciones adicionales.

Información al supervisor de obra

Aquí el supervisor revisará y responderá los correos que se les envía diariamente para responder alguna duda o consulta sobre lo avanzado en obra.

Mencionar también que el supervisor de obra tendrá que autorizar la ejecución de las partidas que se está elaborando y solicitando para iniciar trabajos para lo cual el especialista del área y tendrá que dar autorización para que se ejecuten los trabajos:

- Control topográfico
- Control de suelos y ensayos programados



Figura 57. Fotografía del punto de partida GPS-01

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Estos resultados que se logran obtener y desarrollar es en base a la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación como estudiante de Ingeniería Civil, así como la experiencia laboral adquirida en la empresa, del presente trabajo se obtuvieron los siguientes resultados en base a los objetivos específicos planteados:

En el primer objetivo específico sobre Determinar, evaluar y establecer las propiedades físicas - mecánicas de los suelos de fundación en referencia los ensayos realizados bajo el nivel de sub rasante en el tramo en estudio, sobre la cual se proyectará la estructura del pavimento de la carretera Coronel Portillo –Ucayali.

Se han llevado a cabo las investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios a cielo abierto (calicatas) con el uso de una retroexcavadora. El distanciamiento de las prospecciones es de aproximadamente 250 m y la profundidad mínima de excavación es de 1.50 m.

Se ha realizado un total de 93 calicatas a lo largo del tramo en estudio alternadas en el lado derecho e izquierdo del borde de la plataforma de la vía existente identificado como C-01 al C-93. Adicionalmente se han realizado 19 calicatas adicionales identificadas como AD-01 al AD-19.

Los trabajos de campo se han realizado tomando muestras en el suelo y considerando la topografía del lugar, asimismo durante la excavación de las calicatas se han encontrado presencia de nivel freático en las siguientes calicatas: C-9, C-11, C-16, AD-19, C-17, C-30, C-40, C-58, C-64, C-69, C-70, C-72, C-75, C-77, C-90.

Se precisa de acuerdo al estudio de suelos y canteras, se ha considerado el uso de base granular estabilizada con emulsión asfáltica y no de bases granulares. A fin de obtener mejores estabilidades de la base granular estabilizada con emulsión asfáltica, para su

fabricación se recomienda el uso de bases granulares que cumplan los requerimientos de la Sección 403 Bases Granulares de la EG-2013.

Para el presente proyecto se propone el uso de las siguientes canteras:

N°	Nombre	Ubicación (*)	Lado	Acceso	Tratamientos	Usos Propuestos
01	Cantera Guineal	Km 00+000	Izq.	62.08 Km	Zarandeo	Relleno
					Zarandeo	Sub base
					Zarandeo, chancadora primaria, secundaria y terciaria	Base, Concreto Asfáltico y Tratamiento Superficial Simple
					Zarandeo, chancadora primaria, secundaria, terciaria y lavado (arena natural)	Concreto Portland
02	Cantera Zanja Seca	Km 11+710	Izq.	25.07 Km	Zarandeo	Relleno
					Zarandeo	Sub base
					Zarandeo, chancadora primaria, secundaria y terciaria	Base, Concreto Asfáltico, Concreto Portland y Tratamiento Superficial Simple
03	Cantera Sheshea	Km 11+710	Izq.	16.82 Km	Natural	Relleno
					Zarandeo	Sub base
04	Cantera San José	Km 18+000	Izq.	4.78 Km	Natural	Relleno
05	Cantera Nueva Meriba	Km 00+000	Izq.	55.55 Km	Zarandeo	Relleno

Figura 58. Ubicación de las canteras respecto al eje proyectado
(*) La ubicación de las canteras es con respecto al eje proyectado.

De acuerdo a la descripción de los suelos encontrados a lo largo de toda la carretera hay preponderancia de suelos finos arcillosos y limosos, tipo A-4, A-6, A-7-5, A-7-6; le continúa en importancia, las arenas limosas, tipo A-2-4, A-2-6 y en menor porcentaje gravas con arenas limos y arcillas, tipo A-1-a, A-1-b.

Todas las canteras establecidas en el presente estudio cumplen con la Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013 para los usos indicados.

En el segundo objetivo específico de Verificar y establecer la capacidad de soporte del terreno, definiendo el CBR (California Bearing Ratio) o CBR's del suelo, especificando así la condición del estudio de suelo en la estructuración del pavimento que permita calcular los espesores para los tramos o sectores identificados de la carretera Coronel –Portillo.

Se han efectuado los correspondientes ensayos de CBR para determinar la capacidad portante de los suelos. En función a ellos, y aplicando la metodología AASHTO (diferencias acumuladas) se han establecido los CBR para el diseño de los pavimentos:

Tabla 21

Ensayos de CBR para la capacidad portante de los suelos

SECTOR	SUB SECTOR	DEL KM	AL KM	CBR (%)	Mr (psi)
1		00+000	06+330	16.05	13,673.7
2		06+330	10+090	12.42	10,978.9
	3A	10+090	11+710	17.86	13,288.5
3	3B	11+710	19+050	14.25	12,565.9
	3C	19+050	19+960	7.71	8,101.4
4		19+960	22+710.24	12.86	11,362.8

Antes de poder realizar la sectorización del tramo se analizó los valores de CBR, obtenido en el laboratorio, así como los CBRs inferidos (en el ítem suelo de fundación se explica procedimiento), donde se pudo notar que existían muchos valores de CBR al 95% de la MDS, por debajo del 6%, por consiguiente, estos sectores deberían ser estabilizados (mejoramiento).

Se ha efectuado la estabilización del suelo motivo por el cual se consideró que la mejor forma de estabilizar estos suelos es levantar la rasante y no disturbar los suelos existentes que pese a ser de calidad mala, ya se encuentran consolidados, ya que procedimiento de cualquiera de las estabilizaciones por reemplazo (mejoramiento) es remover el suelo de fundación en un espesor determinado.

Se ha realizado la remoción en el suelo de fundación en un espesor determinado y previo a la colocación del reemplazo se tiene que reconformar el área y compactar la fundación que recibirá el material de reemplazo, lo que es muy dificultoso sobre todo en suelos finos saturados, como los que existen a lo largo del tramo en estudio por la humedad en que se presentan.

En la siguiente figura se muestran en barras color cian, los valores de CBR menores a 6% donde se ha levantado la rasante:

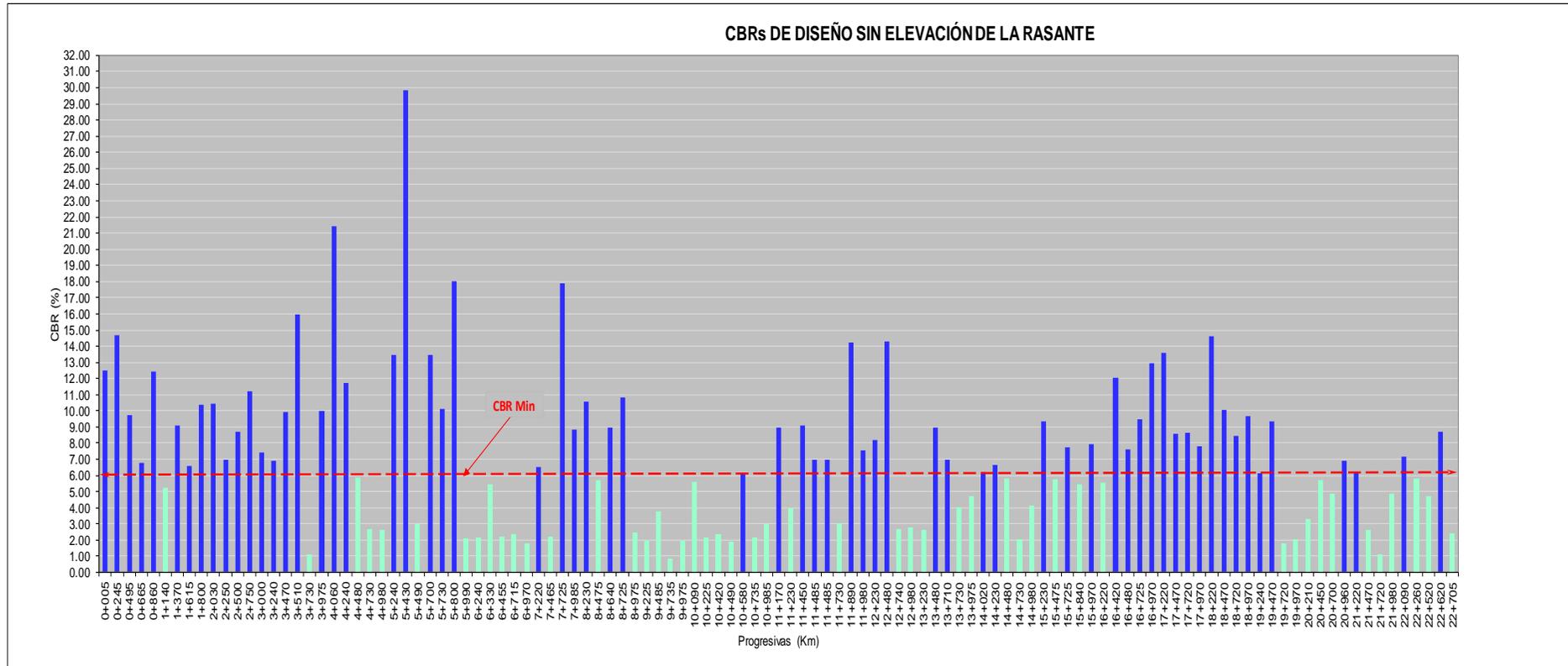


Figura 59. Sectores de CBRs menores a 6

En el tercer objetivo específico de verificar y evaluar los espesores de mejoramiento identificados en suelos inadecuados de la zona del tramo estudio de la carretera Coronel Portillo-Ucayali.

Se determinó los espesores de mejoramiento en base al 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), de estas aplicaciones se determinó lo siguiente:

Para el caso que durante la construcción se encuentren suelos con valor de CBR menores a 6% se definieron los espesores de mejoramiento, en este caso es de 0.65m. Cabe indicar que el criterio se aplicó a los valores de CBR compuestos luego de verificar si trata de zonas de corte y relleno y la profundidad calculada es 0.65 cm para determinar el espesor del mejoramiento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Se logró determinar las propiedades físicas – mecánicas para el mejoramiento de suelo en base a las prospecciones realizadas en campo a lo largo de todo el tramo de la vía, donde se encontró estratos y carpetas de materiales inadecuados de espesor variable, como suelos arcillosos (orgánicos e inorgánicos), suelos limosos, también mezclas de arenas con limo o arcilla, gravas de arcilla con limo y finalmente mezclas de gravas con arcillas, tener en cuenta para que para el mejoramiento de la carretera a nivel de la subrasante se ha encontrado en los tramos donde se realizó las calicatas presencia de nivel freático con lo cual se implementó la gestión de calidad en el mejoramiento la construcción la provincia de Coronel Portillo.

Tabla 22

Presencia de Nivel freático en ensayos de Calicatas

Calicata	Progresiva (Km.)	Nivel Freático (m)
C-09	1+800	-1.4
C-11	2+250	-1.5
C-16	3+470	-1.8
AD-19	3+510	-1.2
C-17	3+730	-1.8
C-30	6+970	-1.6
C-40	9+485	-1.5
C-58	13+975	-1.5
C-64	15+475	-1.6
C-69	16+725	-1.6
C-70	16+970	-1.5
C-72	17+470	-1.8
C-75	18+220	-1.5
C-77	18+720	-1.7
C-90	21+980	-1.7

Se logró verificar y establecer la capacidad de soporte del terreno que determina el CBR del suelo, considerando que este se encuentra al 95% de la máxima densidad seca, también se encontraran suelos cuya humedad se aleje demasiado del optimo contenido de humedad todo está originara que la compactación de este suelo no sea la adecuada para la etapa de mejoramiento. El CBR se trabaja bajo condición optima con los valores determinados se logró establecer la capacidad de soporte del terreno determinando en lo posible de eliminar todos los suelos calificados como muy pobre y pobre.

Tabla 23
Ensayos Especiales – Proctor y CBR

CALIC.	PROG. (Km.)	LADO	MUEST.	PROF. (m)	LIM. DE ATTERBERG		% HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN			PROCTOR		CBR (0.1 ")	
					L.L.	I.P.		SUCS	AASHTO	(0)	M.D.S. gr/cm3	O.C.H. %	95%	100%
C-01	0+005	LD	M1	0.00-0.40	NP	NP	4.5	SM	A-2-4	(0)	2.000	7.1	13.6	19.0
			M2	0.40-1.50	25	5	12.5	SC-SM	A-4	(0)	1.846	13.3	12.5	17.1
C-09	1+800	LD	M2	0.10-1.40	38	17	26.4	SC	A-6	(5)	1.796	14.1	10.4	16.3
			M3	1.40-1.60	29	11	29.5	SC	A-6	(3)	1.654	17.1	8.7	13.2
C-17	3+730	LD	M1	0.00-0.20	20	NP	4.2	GP-GM	A-1-a	(0)	2.139	5.7	38.6	55.5
			M2	0.20-0.60	21	3	13.1	SM	A-2-4	(0)	1.835	12.0	18.3	29.4
C-25	5+730	LD	M2	0.60-2.00	53	29	27.5	CH	A-7-6	(18)	1.555	20.6	0.6	0.9
			M1	0.00-0.20	NP	NP	4.6	GM	A-1-b	(0)	2.139	6.7	36.6	52.4
C-33	7+725	LD	M2	0.20-1.60	NP	NP	8.1	SM	A-2-4	(0)	1.852	11.0	21.3	29.5
			M2	0.20-1.70	NP	NP	11.3	SM	A-2-4	(0)	1.918	9.9	17.9	25.5
C-41	9+735	LD	M2	0.20-1.60	47	25	23.7	CL	A-7-6	(15)	1.528	21.2	0.8	1.2
C-49	11+730	LD	M2	0.20-1.70	36	16	21.6	CL	A-6	(11)	1.581	18.1	3.0	4.5
C-57	13+730	LD	M1	0.00-1.60	38	17	21.3	CL	A-6	(11)	1.7	17.6	4.0	6.2
C-65	15+725	LD	M1	0.00-0.70	22	NP	10.1	SM	A-2-4	(0)	1.834	11.700	9.3	18.2
			M2	0.70-1.60	25	3	10.6	ML	A-4	(5)	1.789	12.3	7.0	11.0
C-73	17+720	LD	M1	0.00-0.30	NP	NP	3.8	GM	A-1-b	(0)	2.160	6.7	31.3	45.3
			M2	0.30-1.70	33	11	17.7	CL	A-6	(5)	1.752	15.2	8.4	13.1
C-81	19+720	LD	M1	0.00-0.40	NP	NP	7.6	SM	A-2-4	(0)	1.903	11.4	14.4	23.1
			M2	0.40-1.60	38	18	17.2	CL	A-6	(11)	1.798	18.3	1.3	2.0
C-89	21+720	LD	M1	0.00-0.20	NP	NP	5.4	SM	A-2-4	(0)	2.092	7.9	30.4	43.3
			M2	0.20-1.70	42	22	29.7	CL	A-7-6	(14)	1.586	19.2	1.1	1.6

Se logró determinar los espesores de mejoramiento de suelos mediante el análisis del perfil estratigráfico, el reporte de cotas de terreno y la subrasante así mismo se han implementado un sistema de mejora y solución que conlleva establecer mejoramiento de los sectores y espesores de suelos, este tercer objetivo se da con el criterio de Boussinesq se determinó que la profundidad a la cual el esfuerzo llega a ser 0.1 kg/cm^2 , establece el tipo de material de suelo de fundación. La profundidad calculada es de 65.0 cm siendo esta referencial para determinar el espesor de mejoramiento de suelo. Se logró establecer los sectores de relleno a mejorar en los suelos en un espesor mínimo de 0.50, asimismo se debe seguir lo indicado por la Especificación EG-2013, Capítulo II Movimiento de Tierras para realizar un adecuado mejoramiento en suelos inadecuados.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Realizar capacitaciones en temas seguridad, educación ambiental y gestión de riesgos laborales en forma programada para una mejor elaboración de planes de acción que permita prevenir contratiempos en salud ocupacional y garantizar la seguridad laboral, asimismo, realizar la descripción del recurso suelo, que es necesario coleccionar información de las características topográficas del sitio, tales como código de calicata, nombre de suelo y fecha todas estas registradas en un sistema y computarizados.

Las recomendaciones en cuanto a los objetivos específicos para futuros trabajo en investigación son:

Habría sido mejor colocar puntos de control al costado de la vía de mejoramiento de tal manera que no obstaculice los trabajos de perforación del suelo, como la evaluación y obtención de muestras de las calicatas y canteras en la zona de estudio, así como, los estudios previos a los ensayos realizados deben ser también evaluados y verificados de esa manera evitamos alteraciones en las propiedades físico mecánicas del suelo.

Así mismo se recomienda realizar una planificación de ejecución en cuanto al tiempo y clima para la recolección de muestras de suelo y de control de calidad en laboratorio en todos las calicatas realizados para lograr los objetivos específicos planteados como la obtención de CBR óptimo y su capacidad portante ideal para el mejoramiento de la pavimentación de las carreteras.

De la misma manera para garantizar el último objetivo específico se recomienda tener mucho cuidado con un mayor control en la recolección de datos de ensayos de campo y en cuanto a los procedimientos de laboratorio de suelo en los cálculos de la consistencia de estos suelos obteniendo los valores correctos de los espesores de mejoramiento de estos tramos de la carretera.

En cuanto limitación al presente trabajo se encontró poca dedicación y dialogo de parte de las entidades regionales de gestión vial lo que dificultara y retrasara el proyecto de mejoramiento de carretera en el plazo estipulado lo que se recomienda fijar cronogramas de reunión con fechas establecidas, asimismo por los climas propios la región selva la aplicación de la tecnología estarán en condiciones de riesgo de trabajar por las precipitaciones constantes siendo un factor limitante al uso de estos equipos tecnológicos lo que recomienda trabajar con una mayor información actualizada de los registros climáticos del Senamhi.

Finalmente, como limitante se nos presenta la falta de reacción para mitigar los impactos ambientales ocasionados por el entorno poblacional donde se desarrolla la obra como contaminación del suelo y de las aguas subterráneas en el desarrollo del proyecto por lo que se recomienda concientizar a la población en temas ambientales y de seguridad por lo que se plantea poner carteles y programas de señalización de obra evitando viajes motorizados en algunas áreas de los tramos de carretera de la ejecución de la obra.

REFERENCIAS

- AASHTO T 193-13. (2017). Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.
- ASTM D1883-16. (2016). Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils. Pensilvania.
- Agronoticias (2017). Edición extraordinaria de la problemática rural y el impacto agrícola en la región.
- Alva, Jorge. (2015). Estudio Geotécnico con fines de cimentación en la ciudad de Pucallpa, Proyecto Real Plaza. CIP.
- Alarcón & Jiménez Benites (2020) En su trabajo de investigación de revista de ingeniería de la construcción, “Estabilización de suelos mediante el uso de lodo aceitoso Colombia”
- Álvarez, M. (2015). Estabilización química de suelos en proyectos de infraestructura vial en Antioquia. (tesis de suelos). Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia.
- Andagua & Perez, (2015) “Evaluación de las técnicas de diseño de pavimentos básicos para la conservación vial del tramo v de la carretera Acobamba – Puente Alcomachay en el departamento de Huancavelica”.
- Arévalo, R. (2016), Estudio de suelos con fines de construcción vial, en la Urbanización 09 de abril en el distrito de Tarapoto, Provincia y distrito de San Martín -2016”.
- Carranza, C. (2009), Guía de diseño estructural en suelo, construcción y mantenimiento en caminos de baja intensidad de tránsito usando tratamientos superficiales asfálticos. (Rev. guía de diseño estructural, 2017, p.8)

- García, G. (2015), “Determinación de la resistencia de la Subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015.
- García, J. (2019), Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín.
- Gestión. (21 de setiembre de 2016). Empresas constructoras ofrecen 500 vacantes de empleo. GESTIÓN. Recuperado el 6 de 04 de 2016, de Lamudi Perú:
<http://www.lamudi.com.pe/journal/top-3-de-empresas-constructoras-en-peru/>
- Gestión. (2016) la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM) y la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO).
- Gonzales, Carlos. (2015), Fallas en el pavimento flexible de la avenida vía de Evitamiento Sur, Cajamarca, 2015.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Bapstista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación para tesis. México: Mc Graw-Hill.
- Humajalso, A., (2019), Influencia de la corrección del CBR del terreno de fundación vial en el diseño de Pavimentos para el Proyecto de Conservación vial Santa Rosa tramo dv. Humajalso –Tacna 2019, por La Universidad San Ignacio de Loyola.
- Malaver, S., Nidia, M., y Tafur, R. (2018) en su tesis “Lineamientos básicos para la clasificación de suelos tropicales en Colombia orientado a pavimentos” 8 (2), 75-80.
- Martinelli, M. y Humajalso, A, (2019), Artículo de sistema de construcción en suelos, consultores de M y M, Perú constructivo. Actualidad Minera & Construcción, Tecnología para la construcción. Pág. 18

- Meléndez, T. (2017), “Diseño del pavimento del tramo dv. Aeropuerto Pucallpa – altura del cementerio jardín del buen recuerdo, l=10.120 km., Provincia Pucallpa, departamento Pucallpa, región Ucayali.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). Directiva N° 01-2006-MTC/14 “Guía Para Inspección de suelos y Puentes”. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Carreteras. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transporte - Dirección General de Carreteras. (2017). Plan Vial Departamental Participativo Ucayali -DRTC: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos. Lima.
- Requiza, J. (2018) “Aplicación de la Metodología MCT en estudio de suelos Tropicales con fines de Pavimentación en la Selva baja del Perú” Caso: Caminos vecinales de Madre de Dios.
- Rico, A. y Del Castillo, H. (1999). La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. México D.F.: Limusa.
- Romero, T., & Serpell, A. (13 de 12 de 2013). Revista Ingeniería de la construcción. Recuperado el 06 de 04 de 2016, de Revista Ingeniería de la construcción: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718.
- Sotelo, H. (2017), Gerente técnico de Sotelo & Asociados, Estudios de suelos asegurando la Inversión de una Obra (Revista Perú Construye 2017).

Vera, C., Saltón, S. y Suarez R., (2015), en su tesis “Estudio y diseño pavimentos de la
Vía el Salado -Manantial de Guangala del Cantón Santa Elena” Tesis en ingeniería
civil. Universidad Estatal Península de Santa Elena –Ecuador.

ANEXOS

Anexo A. Inducción de seguridad, salud ocupacional

Yo _____, declaro haber asistido a la **CAPACITACION DE INDUCCION DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE** dirigida por **ING. ERNESTO PALACIOS** en el proyecto _____, y haber recibido el “**REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**” con la disertación clara de su contenido, el cual me comprometo a cumplir todo lo aprendido. Acepto y me responsabilizo en acatar las normas contenidas en este documento y las establecidas en los Instructivos y Procedimientos de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de Consultora y Constructora Cetus S.A.C, que establecen sanciones a las cuales me someto.

Apellidos y Nombres

Obra / contratista

D.N.I.

Categoría

Especialidad

Jefe de obra (Supervisor)

FIRMA

FECHA

NOTA: Ningún obrero podrá empezar sus labores en el proyecto, sin haber recibido su CHARLA DE INDUCCION y sin firmar este documento de compromiso.

Anexo B. Autorización de trabajo de la empresa

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA CETUS S.A.C

AUTORIZACION DE TRABAJO

CAPÍTULO 1. ESTUDIO DE SUELOS Y SU APLICACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL TRAMO 19 DE LA CARRETERA DE UNA CARRETERA EN LÑA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO –UCAYALI.

FECHA DE LA SOLICITUD DE OBRA:	FECHA DE EJECUCION PROYECTO:	PARTIDA:	
UBICACION KM.:			
SERVICIOS A EJECUTAR REGION:			
DESCRIPCION DE CALICATAS:			
SUPERVISION:			RESIDENTE DE OBRA
CONTROL TOPOGRAFICO:			
			FIRMA
CONTROL DE SUELOS Y CANTERAS:			
			FIRMA
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:			

FECHA:...../...../.....

.....
JEFE DE SUPERVISION

Anexo C.

Formato de requerimientos de materiales de obra

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA CETUS S.AC	PROYECTO DE ANALISIS DE SUELOS Y SU APLICACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL TRAMO 19 DE UNA CARRETERA EN LA PROVINCIA CORONEL PORTILLO -UCAYALI	
	CODIGO	FRM-001.2018
	VERSIÓN	1
	FECHA DE APLICACIÓN	

Ítem	Descripción de los materiales	Unidad de medida	Cantidad
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
<p style="text-align: center;">_____</p> <p>Almacén Supervisor de Calidad Residente de obra</p>			

Anexo D.

Formato de requerimiento de personal

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA CETUS S.AC	PROYECTO DE ANALISIS DE SUELOS Y SU APLICACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL TRAMO 19 DE UNA CARRETERA EN LA PROVINCIA CORONEL PORTILLO -UCAYALI	
	COD	FRP.005.2018
	VERSION	1
	FECHA DE APLICACION	
REQUISITOS		
	Solicitud del postulante(FUT)	
	Fotografías tamaño carnet del postulante	
	Partida de nacimiento	
	Copias originales de ESSALUD O AFP	
	Constancia de estudios concluidos de secundaria o instituto técnico.	
	Constancia de capacitaciones en mecánica de suelos y topografía.	
	Experiencia laboral menor a 1 año	

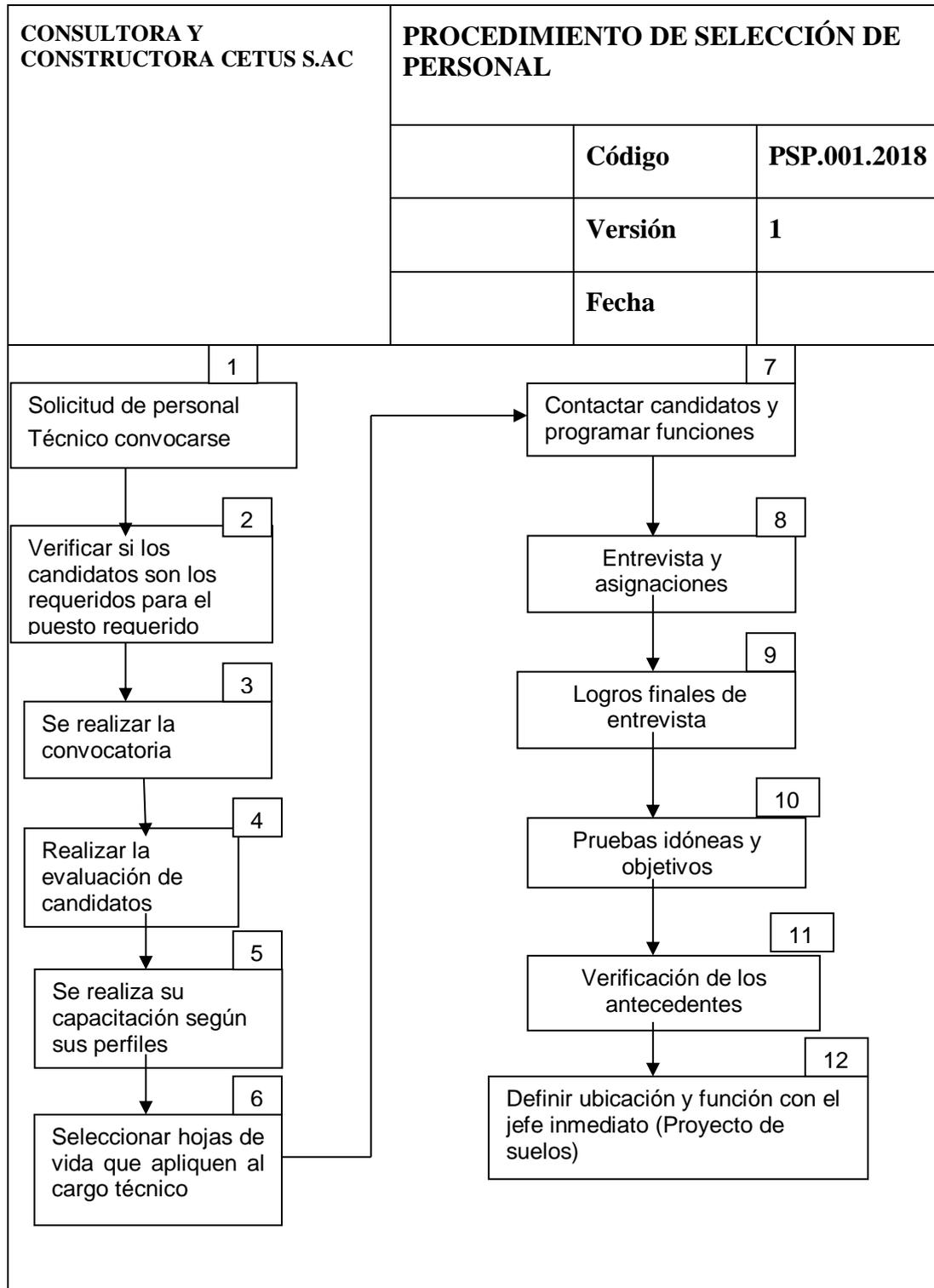
Anexo F.

Formato de informe de seguimiento y control a las no conformidades

CONSULTORA CONSTRUCTORA CETUS S.AC	INFORME DE SEGUIMIENTO Y CONTROL A LAS NO CONFORMIDADES	Cod	ISC-NC.001
Y		rev .	1
Comprobación de la eficiencia de toma de muestras	Ejecutado el ensayo		Observación
	No ejecutada el ensayo		
Comprobación de la eficacia de toma de muestras	Aceptable el ensayo		Observación
	No aceptable el ensayo		
	Pendiente el ensayo		
<p>Responsable de los ensayos: (Nombre, fecha y firma)</p>			

Anexo G.

Procedimiento de selección del personal



Anexo H. Panel fotográfico



Foto 1. Cartel de identificación de obra, ubicada entre la carretera Coronel Portillo Ucayali.



Foto 2. Laboratorio ensayos: Limites de Atterberg – Limite Líquido y Limite Plástico



Foto 3. Laboratorio ensayos: Limites de Atterberg – Limite Líquido y Limite Plástico



Foto 4. Ensayo de Compactación – Proctor Modificado



Foto 5. Preparación de muestra y puesta en horno