

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE
CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO
DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN
MARTIN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta

AUTORES:

JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespín

JULÓN FLORES, José Luis

TARAPOTO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, A mis padres quienes dan la vida por sus hijos y confiaron en mí brindándome educación, por su apoyo incondicional y sus consejos para ser una persona de bien, me enseñaron que el esfuerzo tiene su recompensa y a luchar por mis metas.

A mis hermanos por estar siempre ahí para mí, con su motivación y consejos. A mis docentes que nos brindaron sus conocimientos y su valioso tiempo, nos enseñaron de sus experiencias profesionales y personales, Siempre con la intención de que seamos buenos profesionales.

Clever Crespín Jiménez Flores

En primer lugar, a Dios, a mis padres quienes me dieron vida, educación y me motivaron para seguir adelante, estuvieron siempre pendientes de mi es este arduo camino de enseñanza y aprendizaje durante mi vida universitaria.

A mis docentes por brindarme de su valioso, único e irrecuperable tiempo, con sus enseñanzas, siempre con el único objetivo de que seamos buenos profesionales y personas de bien, por enseñarnos a través de sus experiencias en su vida laboral.

José Luis Julón Flores

AGRADECIMIENTO

A mis padres Fermín y Carmen por su amor incondicional, moral y económico, para poder lograr culminar mis estudios universitarios.

A mis siete Hermanos por el cariño, consejos y motivación poder lograr culminar mis estudios universitarios.

A mis amigos, con quienes he estudiado y que siempre me animaron a seguir adelante.

A mis docentes por el tiempo, conocimientos, experiencias compartidas durante mi formación profesional.

Clever Crespín Jiménez Flores

A mis padres Eladio y María por su apoyo incondicional para formarme como persona de bien.

A mis hermanos por su motivación y consejos para culminar mis estudios universitarios y ser un buen profesional.

A nuestro asesor de tesis, por su valioso tiempo y enseñanzas para poder culminar este proyecto de tesis.

A todas las personas que de una u otra manera han contribuido en el proceso de mi formación tanto personal como profesional.

José Luis Julón Flores

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

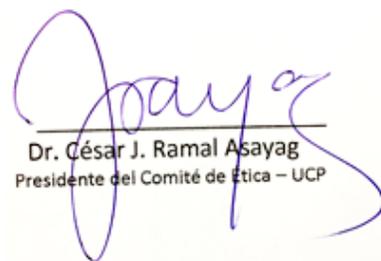
La Tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU
RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES
– SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN
MARTIN”**

De los alumnos: **JIMÉNEZ FLORES CLEVER CRESPIÓN Y JULÓN FLORES JOSÉ
LUIS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **17% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 14 de abril del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_JOSÉJULÓN_CLEVERJIMÉNEZ_V1-1.p
(D101593224)
Submitted: 4/14/2021 5:50:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 17 %

Sources included in the report:

3158-Inga Valdivia, Salvador.pdf (D78309123)
TESIS ENRIQUE ALEJANDRO ORTIZ FINAL 31.docx (D14957525)
TESIS CEVALLOS PAREDES - VARGAS VERGARA 5OCT.docx (D22203063)
UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_SAÍSANGAMA_LAYNEPEZO_V1.pdf (D100815781)
PROYECTO-OPTATIVA-III.docx (D41020006)
Pérez León José Feler.docx (D44720927)
UCP_INGENIERIACIVIL_2020_T_IVANABAD_MARTHATORRES_V1.pdf (D79258831)
<https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
<https://core.ac.uk/download/pdf/270317601.pdf>
<http://storagemadeeasy.com/files/111d40bbdfa23e0325e81cfa9fb4cbf2.pdf>
<https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/EVALUACIO%CC%81N-Y-REHABILITACIO%CC%81N-DE-PAVIMENTOS-FLEXIBLES-POR-EL-ME%CC%81TODO-DEL-RECICLAJE-min.pdf>
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273573/JLlosa.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
<https://docplayer.es/50144542-Universidad-ricardo-palma.html>
<https://docplayer.es/135578305-Universidad-ricardo-palma.html>
<https://docplayer.es/90226804-Universidad-andina-del-cusco.html>

Instances where selected sources appear:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 482-2020-UCP-FCEI del 17 de noviembre de 2020, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 22 de mayo del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN”**.

Presentado por los sustentantes:

JOSE LUIS JULON FLORES y CLEVER CRESPIJIMENEZ FLORES

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS.

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD CON LA NOTA DE (16) DIECISÉIS.**

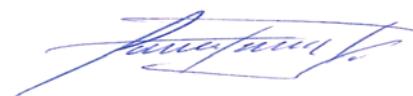
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 22 de mayo a las 6:00 p.m. del 2021.



M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. JOEL PADILLA MALDONADO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN	4
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	11
1.1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2. JUSTIFICACION.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1 Antecedentes del estudio:	16
2.2 Bases Teóricas	22
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.1 Área y Línea de investigación:.....	54
3.2 Planteamiento del Problema	54
3.3 Formulación del problema	54
3.2.1. Problema General.....	55
3.2.2. Problemas específicos	55
3.4. Objetivos	56
3.3.1. Objetivo General	56
3.3.2. Objetivos específicos	56
3.5 Hipótesis:	56
3.6 Variables:.....	56
3.6.1. Identificación de las variables	56
Operacionalización de Variables	57
3.7 Metodología:.....	57
3.7.1. Tipo de Investigación.....	57
3.7.2. Diseño de la Investigación.....	57
3.8 Población y/o Muestra.....	58
3.8.1 Población	58
3.8.2 Muestras	58
3.9 Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	58
3.9.1 Técnicas de Recolección de Datos	58
3.9.2 Instrumento de recolección de datos	59
3.9.3 Procesamiento de recolección de datos.....	60
3.9.4 Recolección de Datos	61

3.9.5 Procesamiento y Análisis de datos.....	63
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1. ESTUDIO DE LA CARRETERA:	64
4.2. FUENTES DE AGUA	65
4.3. ESTUDIO DE SUELOS	65
4.4. ESTUDIO DE TRAFICO	70
4.5. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES	71
4.6. PROPUESTA DE DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO SLURRY SEAL.....	77
4.7. RESULTADOS.....	80
4.8. DISCUSIÓN.....	81
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1. CONCLUSIONES:.....	82
5.2. RECOMENDACIONES:.....	83
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sección Transversal del Pavimento Rígido.....	23
Ilustración 2: Sección Transversal del Pavimento Flexible	23
Ilustración 3: Esquema de deterioro de un pavimento en el tiempo	31
Ilustración 4: Estructura Típica de un Pavimento	35
Ilustración 5: Sección Transversal de un Pavimento Flexible Típico	37
Ilustración 6: Diagrama de la estructura de un pavimento flexible	41
Ilustración 7: Precipitación Pluvial que afectan al pavimento flexible	72
Ilustración 8: Curva Granulométrica	77
Ilustración 9: Tiempo de rotura bajo condición de laboratorio 4.0 horas	79
Ilustración 10: Contenido Optimo de Asfalto	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del Tráfico	44
Tabla 2: Denominación, ubicación y profundidad de excavación.....	66
Tabla 3: Resumen del IMDa 2020, estación Ovalo Periodistas.....	70
Tabla 4: Índice Diario Medio Anual IMDa.....	71
Tabla 5: Resumen de Precipitaciones Pluviales mensuales	73
Tabla 6: Promedio Anual – Precipitaciones Pluviales	73
Tabla 7: Cuadro de Precipitaciones Pluviales Anuales.....	73
Tabla 8: Precipitación Pluvial Año 2015	74
Tabla 9: Precipitación Pluvial Año 2016	74
Tabla 10: Precipitación Pluvial Año 2017	75
Tabla 11: Precipitación Pluvial Año 2018	75
Tabla 12: Precipitación Pluvial Año 2019	75
Tabla 13: Precipitación Pluvial Año 2020	76
Tabla 14: Resultado del Conteo Vehicular.....	76
Tabla 15: Caracterización de Agregados para el Mortero Asfáltico.....	77
Tabla 16: métodos de Ensayos de Granulometría.....	78
Tabla 17: Característica de la Emulsión Asfáltica	78
Tabla 18: Resultado Análisis de Agua	78
Tabla 19: Contenido Teórico de Asfalto	78
Tabla 20: Cohesión.....	79
Tabla 21: Especificaciones.....	80

RESUMEN

El trabajo realizado para esta tesis define un diagnóstico y evaluación de la estructura del pavimento flexible, fue necesario realizar una inspección minuciosa de la vía a evaluar sobre las condiciones actuales del paquete estructural del tramo Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín, en la que se evidencia deterioros en la superficie de rodadura de nivel de severidad baja, alta, media y alta en algunos casos, lo que se justifica la identificación, clasificación y monitoreo de las fallas superficiales encontrados.

Debido a la complejidad de los pavimentos, existe la necesidad de adoptar métodos eficientes de diseño, adecuadas técnicas constructivas, sistema gestión – mantenimiento debido a que afecta su desempeño durante su vida de servicio.

La mayoría de las carreteras mantenidas y rehabilitadas se han deteriorado prematuramente disminuyendo la condición y el nivel de serviciabilidad del pavimento el cual fueron diseñados, por ello es importante la conservación a través de mantenimientos periódicos y/o rehabilitación, que permitan brindar al usuario seguridad, comodidad y menor tiempo de transporte; de esta manera se logrará mejorar notablemente el nivel de servicio de las vías.

Una vez terminada la evaluación superficial se procede a evaluar estructuralmente, debido a que los datos obtenidos superficialmente no nos dan el comportamiento real del sistema pavimento – sub rasante, por lo tanto, el proceso de evaluación estructural comienza con la recolección de datos de campo, con la evaluación se determina que sino se hace una reparación del pavimento en el momento debido, este incrementará y de ser una falla superficial pasará hacer una falla estructural con lo cual ya no optara por una reparación sino por la construcción de un nuevo pavimento de ser el caso.

Palabras claves: Pavimentos, evaluación estructural, fallas, mantenimiento.

ABSTRACT

The work carried out for this thesis defines a diagnosis and evaluation of the flexible pavement structure, it was necessary to carry out a thorough inspection of the road to be evaluated on the current conditions of the structural package of the Morales Highway - San Pedro de Cumbaza, province and department of San Martin, in which there is evidence of deterioration in the rolling surface of low, high, medium and high severity level in some cases, which justifies the identification, classification and monitoring of the surface faults found.

Due to the complexity of pavements, there is a need to adopt efficient design methods, adequate construction techniques, and a management-maintenance system because it affects their performance during their service life.

Most of the maintained and rehabilitated roads have deteriorated prematurely, decreasing the condition and level of serviceability of the pavement which they were designed for, for this reason it is important to preserve them through periodic maintenance and / or rehabilitation, to provide the user with safety, comfort and less transport time; In this way, the level of service on the roads will be significantly improved.

Once the surface evaluation is finished, a structural evaluation is carried out, because the data obtained superficially does not give us the real behavior of the pavement-subgrade system, therefore, the structural evaluation process begins with the collection of field data, With the evaluation, it is determined that if a pavement repair is not made at the right time, it will increase and if it is a superficial fault, a structural fault will happen, which will no longer opt for a repair but for the construction of a new pavement if it is the case.

Keywords: Pavements, structural evaluation, failures, maintenance

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los países, se basa primordialmente en sus vías de comunicación, a través de ellos se lleva a cabo las interrelaciones económicas, sociales, culturales, etc. entre los pueblos. Debemos de emplear tecnologías que aseguren apropiados métodos de diseño, ejecución, operación y mantenimiento, logrando estándares de la más alta calidad asegurando comodidad y seguridad.

El mantenimiento de la infraestructura vial demanda gran inversión de tiempo y dinero las cuales son invertidas anualmente en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos a fin de asegurar el flujo continuo del transporte y productos. Sin embargo, el deterioro progresivo de la condición del pavimento, incremento de cargas de tráfico y la reducción de fondos para programas de mantenimiento y rehabilitación representan un complejo reto para una gestión de pavimento eficiente.

Muchas veces la funcionalidad y el servicio para el cual ha sido construida una carretera, se ve afectado directamente por los efectos climáticos propios de la región en la cual se encuentran construidas. La Región San Martín conocida por su diversidad agropecuaria, agrícola y comercial, presenta una variabilidad climatológica en las diferentes estaciones del año, siendo las precipitaciones pluviales las más común de ellas, en donde su mayor intensidad y frecuencia se muestran en los primeros meses de cada año, cabe indicar que las actividades de interés productivo y comercial que se generan en la región, originan un movimiento socioeconómico que trae consigo un flujo vehicular desde los diferentes lugares del país, y si las carreteras que hacen posible la conexión hasta este centro económico no cuentan con un diseño para soportar este mayor aumento vehicular, las condiciones de servicio de éstas se verían afectados por su reducción de su vida útil y por ende traería consigo una falla prematura de la misma, al no poder soportar las cargas respectivas del tráfico.

En este proceso de gestión debe conocerse la condición de la vía, definir estrategias y prioridades para mantenimiento y rehabilitación tomando buenas decisiones en las inversiones que se van efectuar logrando así una buena optimización del pavimento.

El sistema de conservación busca eso evaluar, el desempeño del pavimento es decir establece un conjunto de criterios bajo condiciones climáticas, tráfico, para así clasificar un pavimento éxito.

No se puede hablar de una causa única del deterioro de las pistas. Las fallas que afectan al pavimento se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, la mala calidad de los materiales, errores constructivos de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de soluciones extremas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros.

La estructura del pavimento, está fundamentada sobre el suelo de cimentación la cual se encuentra diseñada para soportar y distribuir los pesos cuya raíz es el tránsito y optimizar la calidad, el confort de una circulación vial fiable.

Cabe destacar, para realizar una evaluación del pavimento se deberá determinar la condición y el estado en que se encuentra el comportamiento del pavimento, pudiendo ser funcional como estructuralmente.

En base a lo anteriormente expuesto, el presente informe de Ingeniería pretende dar a conocer las principales del deterioro prematuro del mortero asfáltico existente en el tramo de carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, y, a su vez dar una posible solución para este problema que se presenta al no tener una buena transitabilidad a fin de recuperar y mejorar la fluidez del tránsito en esta importante vía.

1.2. JUSTIFICACION

1.2.1 Justificación de la Investigación

La investigación se justifica porque podremos hacer una evaluación del estado del pavimento y en función a su condición, podremos proponer un plan de mantenimiento, lo que sin duda beneficiará tanto al estado para preservar su inversión, así como también a la población beneficiaria cuando se ejecuta dicho servicio.

1.2.2 Justificación e importancia del tema

Esta evaluación es un aporte a las necesidades del desarrollo del día a día, a través de los pavimentos que son vías de integración, que necesitan tener una buena gestión y conservación.

Por esto es necesario tener las vías en buena transitabilidad, en condiciones adecuadas u optimas, disminuyendo todo riesgo vial. Este objetivo es difícil de lograr, ya que para mantener el pavimento en buen estado es costoso, reparar cuesta, hacer conservación cuesta, es decir de alguna manera no existe los recursos suficientes, cuando hablamos de recursos no necesariamente es dinero sino el personal calificado y capacitado, equipos, la situación real, por eso es necesario evaluar el pavimento.

Por esta razón el estudio de las causas que originas las fallas en el pavimento flexible, es importante porque así se podrá atacar el problema y encontrar posibles soluciones a la misma y así establecer un mejoramiento, prevención, recuperación y control de dicha vía Morales – San Pedro de Cumbaza.

Así se realizará en este proyecto comenzando con la evaluación de patologías o fallas cuantificándolas, y darle de manera oportuna un mantenimiento adecuado el cual es importante para el ámbito de transporte seguridad vial porque busca aportar a la teoría y práctica en el campo del transporte, fomentando una mejor perspectiva de la realidad imperante a la localidad de San Pedro de Cumbaza, con el objetivo de prevenir, mejorar la calidad de vida en transporte para los habitantes, promover la seguridad vial

y mitigar las futuras fallas del pavimento flexible y prolongar la vida útil del pavimento flexible por ello es importante conocer más a profundidad y características del índice de condición del pavimento y la importancia en su evaluación.

En tal sentido la presente investigación se justifica por las siguientes razones:

- ✚ Existe la información de aportar con información válida y confiable sobre la evaluación del pavimento flexible existente.
- ✚ El resultado de esta investigación podrá sistematizarse para luego ser incorporado al campo del conocimiento.
- ✚ Establecer lineamientos a partir de las variables estudiadas y establecer de forma práctica cómo influye una variable sobre otra y de esta forma fundar criterios de acción para su aplicación en ambientes específicos.
- ✚ El estudio tiene una gran importancia social y busca establecer formas de entendimiento sobre la prevención de las fallas graves con la finalidad de que a futuro se promueva el uso de los materiales adecuados para alargar la vida útil del pavimento flexible.

La razón fundamental del análisis superficial de pavimentos flexibles es disminuir el número de fallas que se presentan en las vías, algunas se pueden visualizar y otras se ponen en manifiesto al momento de transitar, por consiguiente, se considera de gran ayuda en las obras de infraestructura vial convirtiéndose así, en la parte fundamental para una adecuada conservación en base a una evaluación del pavimento.

1.2.3 Justificación Metodológica

Se tomo en consideración las recomendaciones técnicas planteadas por el MTC, en el Manual de Carreteras Diseño Geométrico (DG-2013), el mismo recomienda desarrollar un estudio técnico referido a las condiciones actuales de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, San Martín, para

determinar y precisar los aspectos que influyen en su deterioro externo, donde el punto de vista físico; tanto de su flexibilidad de su estructura, posibles fallas por fatiga, desgastes de los materiales de apoyo, soportes, rigor de uso por tránsito, deterioro de sus componente externos e internos, como sub rasante, sub base, base y carpeta asfáltica, situación que constituye un latente riesgo de sus elementos, en tal sentido, es necesario realizar una propuesta de solución.

1.2.4 Justificación de Viabilidad

La Cámara Peruana de Construcción, hace referencia a la organización de la red vial, determinando que está organizada en tres niveles: primaria o nacional, red secundaria o departamental y la terciaria o caminos vecinales, en tal sentido, si es posible proponer el mejoramiento de dicho tramo bajo un paquete estructural alternativo, debido a la considerable demanda regional.

1.2.5 Justificación práctica

Por tratarse de una estructura antigua susceptible de fallas por el uso actual y a efectos de salvaguardar la integridad de las personas y vehículos que transitan por la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, la elaboración y aplicación de un diseño de asfalto sobre la base de una adecuado paquete estructural de pavimento, contribuye directamente con la conservación en buen estado de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, permitiendo elevar o ampliar su vida útil y por el uso con mayor seguridad, mejorando de esta manera las condiciones de tránsito vehicular y confort de los pasajeros en dicha zona.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio:

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis, del autor: Moreno, R. (2005), “**Métodos de Rehabilitación en Pavimentos**”. Instituto Politécnico Nacional-México, mediante el tipo de investigación descriptivo, concluye:

Que la estructuración de una obra vial, carretera o camino generalmente está integrada por el terreno natural o superficie de apoyo, terracerías, pavimento y obras complementarias de drenaje superficial y subdrenaje, teniendo cada una de ellas una función específica. La superficie de apoyo y / o la terracería constituye la subestructura de una obra vial, en tanto que el pavimento es la súper-estructura de la misma. Los pavimentos pueden ser de dos tipos, esto es, pavimentos rígidos o de concreto hidráulico y pavimentos flexibles o asfálticos, teniendo como diferencia básica la estructuración de la superficie de rodamiento; generalmente la superficie de rodamiento de los pavimentos flexibles es una carpeta asfáltica, y en los pavimentos rígidos es una losa de concreto hidráulico. El pavimento está constituido por varias capas de material seleccionado, teniendo cada una de ellas su función particular, siendo la principal desde el punto de vista estructural, la de transmitir las cargas de los vehículos automotores en forma adecuada a la terracería o bien a la superficie de apoyo. Para el correcto funcionamiento de la estructura de un camino, deberá tomarse en cuenta que en él intervienen la calidad y espesores de los materiales que constituyen el pavimento, la terracería y la superficie de apoyo, por lo que la estructura debe analizarse en forma integral. El drenaje superficial y el subdrenaje, es uno de los factores que más influyen en el comportamiento de los pavimentos, ya que, de no estar resuelto adecuadamente, la vida útil se reduce en forma considerable. La función básica de un pavimento desde el punto de vista operacional es permitir el fácil, cómodo y seguro tránsito de vehículos, por ello uno de los objetivos de los técnicos de pavimentos es evitar la aparición prematura de fallas que no dejen que se cumpla dicha función. Se puede establecer que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá,

posteriormente, la falla funcional. Además, una falla funcional que no se atiende en forma correcta y a su debido tiempo, puede conducir a una falla estructural. La identificación de fallas es un concepto muy importante dentro de la evaluación y reconstrucción de caminos y consiste en definir el tipo y las causas que la han producido. La selección del procedimiento constructivo de un pavimento flexible debe ser el que se estime como la mejor solución económica y técnica. La reconstrucción de caminos construidos con pavimentos flexibles puede hacerse por alguno de los siguientes procedimientos constructivos: _ Riego de sello, nivelación; construcción de una carpeta nueva o de una sobre carpeta, reconstrucción a partir de las capas interiores; estabilización de capas de base y / o subbase; revitalización o rejuvenecimiento del pavimento asfáltico y reciclado de pavimentos asfálticos. Los pavimentos rígidos son de uso muy limitado, debido al elevado costo de construcción, que se ve reflejado en un costo de inversión muy alto, pero que se compensa con el bajo costo de mantenimiento y conservación que este tipo de pavimento requiere, en comparación con los pavimentos a base de mezclas asfálticas.

Además, tenemos una Tesis, de los autores: Katya Gabriela Ortega Calle y Luis Enrique Villafuerte Bermúdez, titulada “**Evaluación Estructural de Pavimento Flexible para Suelos de Tipo Limo Arenoso**”, de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, que llegan a las siguientes conclusiones:

- ✚ Se determinó las propiedades y características del suelo de la vía La Chimba – Cayambe llegando a la conclusión de que un 81% de las 26 muestras ensayadas resultaron ser de tipo limo arenoso, sin embargo, se presentó un 12% de suelo tipo arenoso y el 7% restante de suelo tipo arcilloso.
- ✚ No se pudo realizar una correlación entre los valores del CBR y la pendiente del DCP debido a que existe una correlación negativa débil, es decir, los valores se encuentran relacionados linealmente, por cuanto el valor de confiabilidad (R cuadrado) da como resultado un valor no significativo para realizar dicha correlación.

- ✚ De acuerdo con los análisis estadísticos realizados se llegó a la conclusión de que los ensayos CBR de laboratorio y CBR in situ, presentan desviaciones estándar cercanas a 2 respectivamente. Sin embargo, el ensayo del CBR mediante el método del DCP presenta una desviación del 11.20. Esto no significa que el ensayo este mal realizado, sino que se deben rechazar los valores que causen mayor dispersión para obtener una desviación estándar similar.

Con respecto al análisis ANOVA de una entrada realizado, se pudo determinar que existe al menos una diferencia entre los tres métodos de ensayo, debido a que al determinar la regla de decisión con un 5% de nivel de significancia, 2 grados de libertad entre grupos y 75 grados de libertad dentro de grupos, se obtuvo un valor de 3.119, representando que todo valor mayor o igual al mismo rechazará la hipótesis inicial que considera que los tres métodos son iguales. El valor F de ANOVA obtenido fue 17.119, siendo mayor a 3.119, se rechazó la hipótesis inicial que consideraba los tres métodos iguales.

Además, tenemos conocimiento de la Tesis del autor: *Viviana G. Cerón Bermúdez*, titulada: **“Evaluación Y Comparación De Metodologías VIZIR Y PCI Sobre el Tramo de Vía En Pavimento Flexible y Rígido De La Vía: Museo Quimbaya – Crq Armenia Quindío (Pr 00+000 – Pr 02+600)”** de la **Universidad Nacional de Colombia**, que llegan a las siguientes conclusiones:

En la entrada de Armenia, salida a Pereira, lugar de estudio con puntos de referencia Museo Quimbaya - CRQ (PR 02+600 – PR 00+000) de acuerdo al trabajo de campo realizado y a la evaluación de los datos recogidos por medio de las dos metodologías propuestas (PCI y VIZIR) se obtuvieron unas calificaciones promedio para el Tramo 1 y Tramo 2 así: Para Tramo 1: Pavimento flexible una calificación promedio de 53.55 REGULAR (por PCI) y 3 REGULAR (por VIZIR), ambas calificaciones coinciden en la apreciación. Para Tramo 2: Pavimento Rígido una calificación de 86,9 Excelente, apreciación benévola para este tramo, aunque se presentaron

daños no fueron lo suficientemente significativos como para influenciar en la calificación.

Para el Tramo 1, se pudieron aplicar dos metodologías diferentes y aunque en la calificación promedio de todo el tramo se llegó a la misma apreciación, las calificaciones obtenidas por unidades de muestreo difieren un poco debido al grado de castigo que cada una de ellas le aplica a cada tipo de daño es así que la metodología VIZIR aplicada al inventario de daños presentó mayores facilidades ya que establece una diferencia clara entre las fallas estructurales como el ahuellamiento, grietas longitudinales por fatiga, piel de cocodrilo, bacheos y parcheos; funcionales como grieta longitudinal de junta de construcción, grieta de contracción térmica, grietas parabólicas, grietas de borde, abultamientos, ojos de pescado, desprendimientos, descascaramiento, pulimento de agregados, exudación, afloramientos, erosión de las bermas.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES:

Además, tenemos una Tesis, del autor: Armando Medina Palacios y Marcos de la Cruz Puma, titulada **“Elaboración Superficial del pavimento Flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI”** de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima –Perú, que llegan a las siguientes conclusiones:

- ✚ El estado del pavimento flexible del Jr. José Gálvez es regular para las secciones identificadas. El pavimento flexible del Jr. José Gálvez actualmente está apto para brindar adecuadas condiciones para los usuarios.
- ✚ Las condiciones de pavimento malo, regular y bueno predominan en el Jr. José Gálvez. Siendo la condición mala la de mayor proporción con 39%, seguido con 26% el estado regular y 22% el estado bueno. El resto de condiciones se presentan en proporciones menores o igual a 5%. No existiendo ningunas unidades de muestra en condiciones de excelente.
- ✚ Las fallas identificadas en la vía evaluada son las siguientes: Piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinal y transversal, parches y

corte utilitario, agregado pulido, huecos o baches, ahuellamiento y por último peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.

- ✚ El costo de mantenimiento y rehabilitación del Jr. José Gálvez evaluado es de 135534.27 nuevos soles, con lo cual se logra pasar el pavimento de una condición regular a excelente.
- ✚ La ratio de costo por m² de área del Jr. José Gálvez evaluado para pasar el pavimento de una condición regular a excelente es de 19.56 nuevos soles/m².

Tenemos una Tesis, de los autores: Nathaly Monika Matta Valdez y Sigifredo Pulido Esquerre, titulada **“Evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Arica en el tramo jirón Camino Real - jirón Santa Lucia, P.J. Dos de mayo, Distrito Chimbote, Ancash 2019”**, de la Universidad Cesar Vallejo, Chimbote – Perú, que llegan a las siguientes conclusiones:

- Los espesores de las capas de la estructura del pavimento flexible, inicialmente fueron de 5 cm, 20 cm y 20 cm con respecto a la capa asfáltica, base y sub base, sin embargo, dada las patologías han queda en 2.5 cm, 19 cm y 20 cm respectiva; habiendo presentando patología de gran incidencia como el abultamiento y hundimiento., seguido de las grietas de borde; entre otras como, huecos, parcheo, grieta de reflexión de junta, desprendimiento de agregado y pulimento de agregados. Se propone dar mantenimiento periódico al pavimento flexible de la Av. Arica en el tramo jirón Camino Real –jirón Santa Lucia
- Según el ensayo de CBR, se concluye que, el terreno posee capacidad de soporte; siendo que, el CBR al 100% de principio densidad seca, es de 11.72% para el caso la subrasante, superando al 6%, considerando además que, la base y sub base presenta un CBR al 100% de máxima densidad seca es de 90.50%, lo que supera al 80% y 40% respectivamente, según los establecido por RNE.

No obstante a lo anterior, lo preocupante en el pavimento flexible objeto de estudio, es el tipo de suelo, el cual si bien es el adecuado (A-4 – Limo), sin embargo se identificó alta humedad (entre 20.42% a 39.26%), evidenciándose una humedad natural mayor al Límite Líquido (LL) en tres de

las cuatro calicatas (28.18 - 19.00; 39.26 - 33.00 y 37.18 - 26.50); esto estaría conllevando a un cambio de volumen en el suelo de la subrasante; lo que se estaría manifestando particularmente en la patología de tipo abultamiento y hundimiento, como consecuencia del asentamiento de la subrasante. Las muestras se realizaron en: Calicata- 01. Av. Arica-Progresiva 0+860; Calicata-02. Arica-Progresiva 0+600; Calicata-03 Av. Arica-Progresiva 0+300; Calicata-04. Av. Arica-Progresiva 0+60.

2.1.3 ANTECEDENTE LOCAL:

Tenemos una Tesis, del autor: Daniela Fernández Fatama, titulada **“Mejoramiento de la infraestructura Vial en el Jirón Lima del 01 al 08, en el distrito de Tarapoto”**, de la Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto – Perú, que llegan a las siguientes conclusiones:

- Se realizó el estudio de mecánica de suelos que estuvo conformado ensayo de humedad, granulometría y límites de atterberg donde se obtuvo una humedad del suelo alto y un límite líquido bajo y un índice de plasticidad alto.
- Se realizó los estudios de mecánica de suelos que estuvo conformado del CBR (Ensayo de Relación de soporte de California) ya que mide la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para poder evaluar la calidad de terreno, donde se obtuvo una expansión del suelo muy elevado de 4.2 % de promedio.

2.2 Bases Teóricas

- ✚ La aplicación de procedimientos modernos para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles, constituyen actualmente técnicas aceptadas ampliamente y están basadas en la observación del comportamiento de las características físicas y funcionales de los pavimentos y la acción que fundamentalmente ejerce sobre ellos, el tránsito vehicular y las variaciones climatológicas.

Las causas y efectos que interactúan sobre la estructura de los pavimentos originan daños que se van manifestando en forma gradual, con acción progresiva y continua sobre las superficies pavimentadas. En muchos casos esta situación sumada a la ausencia de un sistema de administración de pavimentos moderno, no planificada e imprecisa en el tratamiento de las fallas (Sánchez C, 1996).

- ✚ El **Instituto Mexicano de Transporte** (1991), en su publicación motivos por las cuales falla un pavimento, señala lo siguiente:

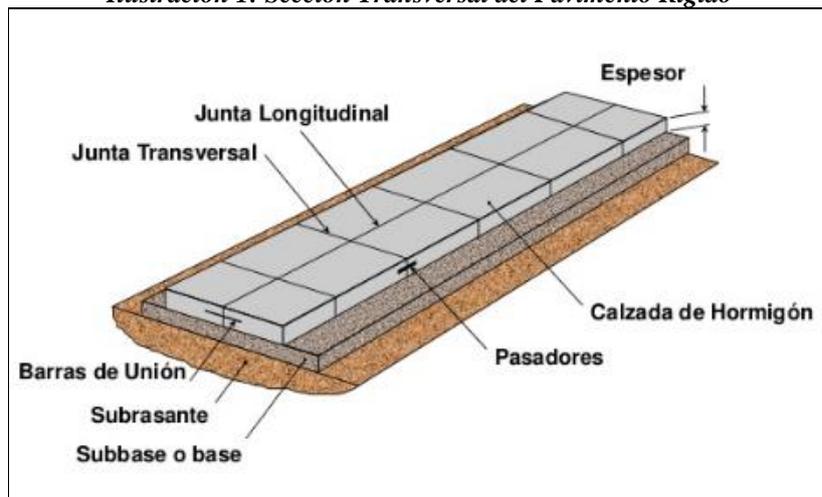
Los suelos arcillosos y/o limosos poseen bajas capacidad de soportar cargas, lo cual puede traer como consecuencia que se produzcan deformaciones verticales u horizontales, roturas en el pavimento. Entre las fallas mas notables pueden nombrarse: agrietamiento longitudinal en el hombro del terraplén, asentamientos tanto transversales como longitudinales, protuberancias, baches, entre otros.

- ✚ En Perú la **Vía Marginal de la Selva se denomina Longitudinal de la Selva y lleva la nomenclatura de Ruta Nacional PE-5**. La Longitud de la Selva está dividida en dos ramales principales: Longitud de la Selva Norte (Ruta PE-5N) y Longitud de la Selva Sur (Ruta Nacional PE-5S), en la actualidad distintos tramos de la Vía Marginal de la Selva en Perú se encuentran en construcción y también se le conoce con el nombre de Carretera Fernando Belaunde Terry.

- ✚ Según **Montejo Fonseca**, en los resultados de su investigación “Ingeniería de Pavimentos para Carreteras”, indica que existen básicamente los siguientes tipos de pavimentos:

- **De tierra:** corresponde a la superficie de tierra que cubre a numerosos caminos, los cuales se consideran normalmente como no pavimentados.
- **De ripio:** superficies cubiertas de ripio para dar un poco más de estabilidad que los caminos de tierra.
- **Rígido:** corresponde al pavimento que en su capa estructural principal (superior) está hecho de hormigón.

Ilustración 1: Sección Transversal del Pavimento Rígido



- **Flexible:** corresponde al pavimento que tiene en su capa superior mortero asfáltico o tratamientos superficiales distintos y sus capas inferiores de base y de sub base generalmente granulares, tales capas van mejorando desde la parte inferior hacia la superficie.

Ilustración 2: Sección Transversal del Pavimento Flexible



- **Mixto o Compuesto:** es aquel que en su estructura superior mezcla una capa de asfalto con otra de hormigón arriba, o, bien al contrario, una capa de hormigón (base rígida) con otra de asfalto en la parte superior, este último es el más común.

2.2.1 Definición de Pavimento

El pavimento es una estructura, asentada sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales y bajo cualquier condición climática.

El estudio de pavimentos es una disciplina que se inicia en la construcción de los primeros caminos sin embargo es a partir de la aparición de los vehículos que cobra un impulso mayor, siendo cada vez más sofisticada en términos de los elementos de análisis y predicción de los elementos del comportamiento.

De acuerdo a la ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda la superficie sobre el terreno de fundación llamado sub rasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado periodo de tiempo.

Según **(Rodríguez, 2009)**, las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él.

Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía, el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas.

2.2.2 Características que debe reunir un pavimento.

El Ingeniero de Vías y Transporte, Alfonso Montejo Fonseca, nos indica que un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos. Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable. • Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico. Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

2.2.3 Factores a considerar en el diseño de pavimento.

Aunque estos factores son analizados con más detalle en capítulos posteriores es necesario hacer una descripción general de los mismos.

El Tránsito

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o trídem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el período de diseño adoptado. La repetición de las cargas

del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.

La Sub rasante

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento - retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal.

El Clima

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura. Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas. Los cambios de temperatura en las losas de

pavimentos rígidos ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía.

+ Los Materiales Disponibles

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deben considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes, especialmente. El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el período de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones. Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación.

2.2.4 Funciones de los Pavimentos

El pavimento es el elemento primordial de la infraestructura vial, y como tal debe cumplir una serie de funciones para garantizar un servicio adecuado a los usuarios. Dichas funciones se describen a continuación:

- a) Permitir el tránsito de los vehículos que circulen sobre él, respondiendo en forma adecuada estructuralmente y según como fue previsto en la etapa de diseño; esto es especialmente importante para los organismos de conservación vial, ya que de ello depende que las labores de conservación durante el período de servicio del pavimento, se lleven a cabo según una planificación elaborada con base en predicciones confiables.
- b) Mejorar la calidad de la superficie de rodadura, de tal manera que los usuarios se desplacen de forma segura y cómoda, lo cual se logra mediante una adecuada regularidad superficial tanto transversal como longitudinal, así como proporcionando una buena textura que brinde la resistencia al deslizamiento que se requiere para las velocidades de circulación previstas. Otro factor que también debe considerarse para el confort de los usuarios es el ruido producido por la interacción de las llantas de los vehículos y la superficie del pavimento, el cual se percibe tanto en el interior de los vehículos como en el exterior.
- c) Proteger la sub rasante de los efectos del clima, evitando así el daño que eventos naturales como la lluvia pueden provocarle, lo cual a la larga puede derivar en asentamientos que lleven incomodidad o inseguridad al tránsito, llegando incluso a producir el colapso total de la estructura.
- d) Reducir la polución por polvo que se produce ante el paso de vehículos sobre caminos de tierra, lo cual afecta la comodidad y la salud tanto de los usuarios como de las personas que habitan en las proximidades.
- e) Delimitar las áreas de circulación de los vehículos con el objetivo de ordenar el tránsito, disminuyendo así la posibilidad de accidentes y retrasos debido a congestionamientos. Para cumplir plenamente con dicha función los pavimentos deben estar debidamente señalizados, y deben contar con una buena reflexión luminosa que ayude a la conducción nocturna minimizando la necesidad de obras de iluminación, esto último para efectos de economía.

2.2.5 Comportamiento de los Pavimentos

El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es regido generalmente por un ciclo, el cual ha llegado a considerarse como normal debido a la frecuencia con que se presenta, los indicadores (deterioros del pavimento) de cada una de las etapas de este ciclo son diferentes según el tipo de pavimento, sin embargo, la tendencia en la evolución de la estructura a través del tiempo es común y puede describirse de la siguiente manera:

- **Etapas de Construcción**

Un pavimento puede haber tenido una buena construcción o haber presentado algunos defectos durante esta etapa, o bien haber sido claramente deficientes tanto la etapa de diseño como la de ejecución. De cualquier forma, cuando la estructura entra en servicio, esta suele encontrarse en excelentes condiciones, satisfaciendo plenamente las necesidades de los usuarios.

- **Etapas de deterioro lento y poco visible**

Durante algunos años, el pavimento experimenta un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura y en menor medida en el resto de su estructura. Este desgaste es producido por los diversos tipos de vehículos que circulan sobre él, también por la influencia que ejercen otros factores como el clima, la radiación solar, el agua de lluvias, cambios de temperatura, etc. La calidad de la construcción inicial también incide en la evolución del deterioro. A través de toda esta etapa el pavimento se mantiene aparentemente en buen estado y el usuario no percibe el desgaste. A pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas, el camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado.

- **Etapas de Deterioro Acelerado y de Quiebre**

Luego de varios años de uso, el pavimento entra en una etapa de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito. Al inicio de esta etapa, la estructura básica del pavimento se conserva intacta y las fallas en la superficie son menores, por eso el usuario común tiene la impresión que

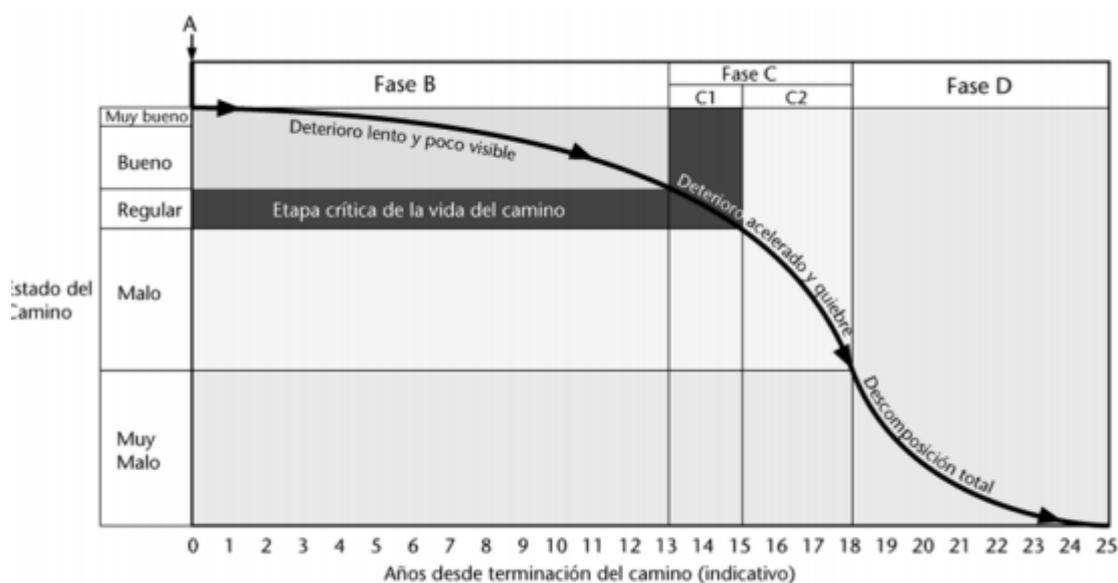
este se mantiene aún bastante sólido. Sin embargo, no es así, ya que cada vez se pueden observar más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, la cual no es visible. Entonces, podemos asegurar que cuando en la superficie de un pavimento se detectan graves fallas a simple vista, la estructura básica del pavimento está seriamente dañada. Los daños al inicio son puntuales, pero luego se van extendiendo en la mayor parte del pavimento, cuando esto ocurre la destrucción es acelerada; si no se interviene en algún momento durante esta etapa el pavimento llega al punto de quiebre en el cual se produce una falla generalizada, tanto en la superficie como en la estructura básica. A medida que se desarrolla esta etapa, los vehículos circulan experimentando una cantidad creciente de molestias a causa de las irregularidades de la superficie, tales como: grietas, baches, depresiones y deformaciones.

- **Etapa de Descomposición Total**

Constituye la última etapa de la existencia de un pavimento, y puede durar varios años, lo primero que se observa es la pérdida de la capa de rodadura, ya que cada vez que pasa un vehículo pesado se desprenden trozos de ésta, por lo que al final la vía termina siendo un camino de grava, y a la larga, de tierra.

El paso de vehículos se dificulta, la velocidad promedio de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida en un gran porcentaje. Los vehículos comienzan a presentar daños en neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis; los costos de operación vehicular suben de manera considerable y se incrementa la cantidad de accidentes graves. En esta última etapa llega un momento en que ya no pueden transitar los automóviles normales, sólo algunos camiones y vehículo todoterreno. Como ya se dijo anteriormente, los detalles del ciclo de vida de los pavimentos varían dependiendo de su tipo, pero en general, el mensaje que debe atenderse es el mismo y consiste en que las acciones de conservación de cualquier pavimento deben planificarse debidamente de modo que nunca se permita el deterioro excesivo o la destrucción de su estructura básica.

Ilustración 3: Esquema de deterioro de un pavimento en el tiempo



2.2.6 Requerimiento de Conservación

Uno de los factores a tener en cuenta es el aumento de tránsito, también el clima, como entre otros, es por ello que se debe optar por hacer un plan de manteniendo a los Pavimentos Asfálticos, ya sean Rutinarios o Periódicos para hacer que la vida del pavimento no se acorte y evitar accidentes, haciendo que el usuario pueda transitar a la velocidad de diseño establecida.

2.2.7 Elementos que conforman la estructura de un Pavimentos

La estructura de un pavimento se halla formada por diferentes capas las cuales son: la subrasante, sub base, base, capa de rodamiento y sello; sin embargo, es necesario aclarar que no siempre se encontrarán todas las capas que se detallan. En tales casos, la ausencia de una o varias de ellas dependerá de factores como la capacidad de soporte del terreno de fundación, la clase de material a utilizarse, el tipo de pavimento, intensidad de tránsito, carga de diseño, etc.

Suelo Soportante o Sub Base

Es el suelo que sirve de fundación para todo el paquete estructural, se define como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura del pavimento; es decir, que es el terreno de cimentación del mismo. Puede ser también el suelo natural, pero si éste es deficiente se debe seleccionar un material de buena calidad. Existen dos condiciones básicas que debe cumplir el suelo de soporte, y son:

- Debe mantener el mayor valor posible de soporte, ya que entre más fuerte se considere esta superficie menor será el costo de las capas superiores.
- El movimiento diferencial vertical debe ser mínimo, de esta forma las ondulaciones en la superficie serán menores y el rodamiento vehicular será más suave.

Sub Base

Es una capa de materiales pétreos de buena graduación construida sobre la sub rasante, este elemento subyace a la capa base cuando ésta es necesaria, como en el caso de los pavimentos flexibles. En el caso de los pavimentos rígidos, en ocasiones resulta conveniente colocar una sub base cuando las especificaciones son más exigentes. Las funciones que esta capa debe cumplir son:

- Atenuar o suavizar aquellas deformaciones perjudiciales para la sub rasante, como por ejemplo los cambios volumétricos producidos por cambios de humedad, evitando que se reflejen en la superficie del pavimento.
- Lograr espesores menores de la capa base para pavimentos flexibles.
- Servir de drenaje al pavimento, esto quiere decir que debe ser capaz de desalojar el agua que se infiltra en la capa de rodadura.
- Transmitir los esfuerzos a la capa sub rasante en forma adecuada.
- Reducir el costo del pavimento, ya que es una capa que, por estar bajo la base, queda sujeta a esfuerzos menores y requiere de especificaciones menos rígidas.

Base

Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la sub base. Generalmente se usa en los pavimentos flexibles y se compone de materiales pétreos con buena distribución granulométrica. Entre sus funciones tenemos:

- Drenar el agua que se filtra a través de las carpetas y hombros.
- Resistir los cambios de temperatura, humedad y la desintegración por abrasión producida por el tránsito.
- Reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten a las capas inferiores.
- Proveer suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella, y transmitirla a un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, que puede ser una subbase o una sub rasante.
- Función económica, permite reducir el espesor de la carpeta asfáltica, que es la más costosa. Las bases se pueden clasificar en dos tipos:

a) **Base Granular:** Los materiales empleados pueden ser grava o piedra triturada, suelo y arena; la estabilidad del material depende de su fricción interna y de su cohesión. Una base granular es un conjunto de agregados mezclados con agua, en donde una alta fricción interna se consigue con agregados bien graduados, de forma irregular, y con una pequeña cantidad de finos limo – arenosos.

b) **Base Estabilizada:** Suelo con cemento Portland, cal o asfalto, se recurre a ella por motivos de tipo económico, en los casos en que resulta más favorable recurrir al mejoramiento del suelo existente en el lugar, sin tener que transportar otros materiales desde grandes distancias. Como ejemplo de este tipo de bases podemos mencionar: Grava-Emulsión, Suelo-Emulsión, Suelo-Cemento, etc.

Capa de Rodamiento

Formada por una o varias capas que se colocan sobre la base, dichas capas consisten en materiales granulares con o sin liga, y por lo general son de

concreto asfáltico o hidráulico. Este es el elemento del pavimento sobre el cual circulan directamente los vehículos y peatones. Las funciones que esta capa debe cumplir son:

- Recibir y absorber en primera instancia el peso de los vehículos que circulan sobre la vía.
- Minimizar sensiblemente los esfuerzos que se transmiten hacia la terracería.
- Si la rodadura posee un espesor mayor o igual a cinco centímetros, se considera que trabaja junto al resto de capas para soportar las cargas y distribuir los esfuerzos, aunque esa no sea su función desde el punto de vista estructural.
- Proveer una superficie estable para el tránsito, uniforme, prácticamente impermeable, con una textura y color convenientes y que a la vez sea capaz de resistir los efectos abrasivos del tráfico.

Sello

Se coloca en algunas ocasiones sobre la capa de rodamiento y está formado por una mezcla bituminosa de asfalto o alquitrán. Sobre esta carpeta se coloca a veces, un riego de arena o chispa, y su función es la de lograr la impermeabilización de la capa de rodamiento, a fin de evitar la infiltración de las aguas de lluvia.

Ilustración 4: Estructura Típica de un Pavimento



2.2.8 Clasificación de Pavimentos

No solo un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura 2, la ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo el soporte de la sub rasante, de la clase de material a usarse, la intensidad del tránsito, entre otros.

Por esta razón, se pueden identificar 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presentan:

- a) Pavimento Flexible
- b) Pavimento Rígido
- c) Pavimento Híbrido

Para el caso de nuestro proyecto de tesis estaríamos centrados netamente en el Pavimento Flexible.

2.2.8.1 Definición de Pavimento Flexible

Una definición de uso común es la siguiente: “Un pavimento flexible es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la sub rasante, su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión”. De modo que los pavimentos flexibles comprenden en primer lugar, a aquellos que están formados por una serie de capas granulares, rematadas por una capa de rodamiento asfáltica de alta calidad y relativamente delgada, la cual es capaz de

acomodarse a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. En este tipo de pavimentos la calidad de los materiales utilizados en cada una de las capas aumenta conforme nos acercamos a la superficie, de modo de lograr una estructura competente ante las cargas esperadas y que a la vez resulte lo más económica posible.

Un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

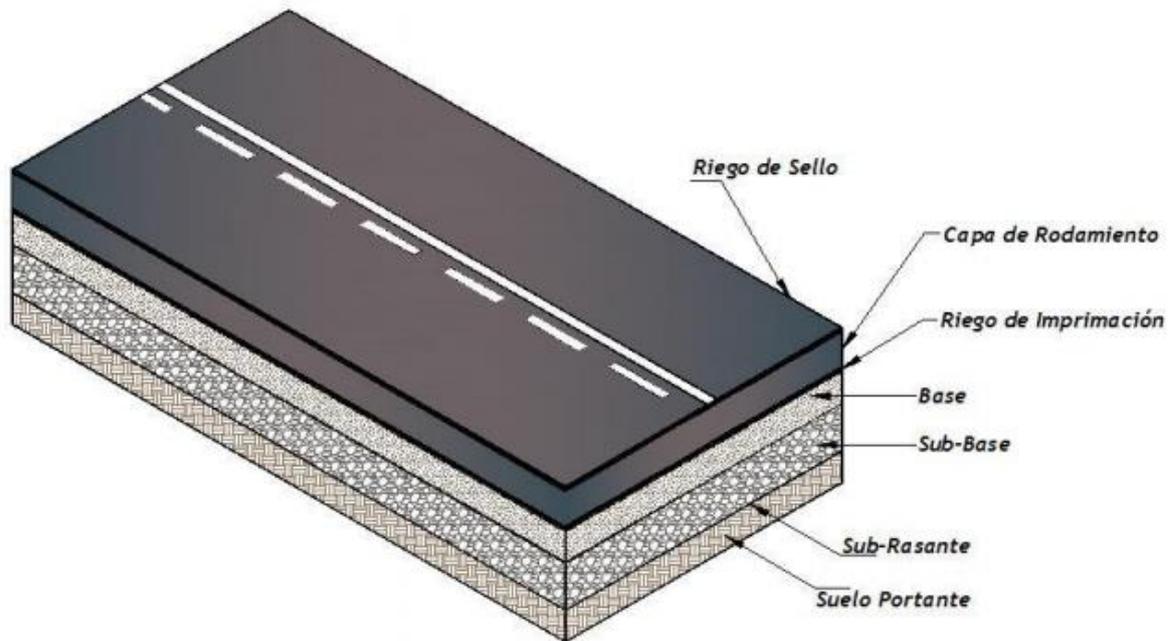
El pavimento flexible resulta ser más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento para cumplir su vida útil.

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiadas entre el nivel superior de la terracería y la superficie de rodamiento.

Los pavimentos flexibles son frecuentemente modelados y analizados como un sistema multicapa sometidos a cargas. Cada capa que conforma el pavimento contribuye al soporte estructural y drenaje del pavimento, siendo la carpeta asfáltica la de mayor aporte estructural, sin embargo, el desempeño exitoso de la estructura del pavimento depende de gran medida del adecuado soporte estructura que le brindan las capas inferiores y del mantenimiento que reciba durante su vida en servicio.

La Asphalt Pavement Alliance (APA) menciona que los pavimentos asfálticos poseen muchas ventajas al compararlos con pavimentos rígidos incluyendo los bajos costos inicial, bajo costo de mantenimiento, flexibilidad y rapidez en la construcción, la capacidad de soportar cargas pesadas, una vida útil prolongada, y ser fáciles de reciclar.

Ilustración 5: Sección Transversal de un Pavimento Flexible Típico



2.2.8.2 Ciclo de Vida de Pavimentos

Cualquier proyecto de construcción de carretera es de producir pavimentos perdurables que puedan comportarse satisfactoriamente a lo largo de su vida útil de diseño proyectada, entonces para que de alguna manera puedan llegar al objetivo es necesario realizar un mantenimiento.

Durante muchos años se asignó a organismos estatales para la construcción de nuevos caminos haciendo la labor también de conservación; por un mal momento de recursos o conceptos erróneos como una vez cumplido su ciclo de vida, volvían a reconstruirlos dejando la idea de conservación de los mismos.

En la actualidad ha aumentado la necesidad de conservar los caminos en buen estado para su adecuado funcionamiento.

El deterioro de un pavimento de da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible hasta el deterioro total. Es por ello que los pavimentos se proyectan para que sirvan un determinado número de años, esta proyección es denominada ciclo de vida.

El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistencia a la acción del tránsito, así como también debe transmitir al suelo los esfuerzos para las cargas de tránsito.

2.2.8.3 Características que debe cumplir un pavimento

Resistencia Estructural

El pavimento flexible debe ser capaz de soportar las cargas impuestas por los vehículos los cuales producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. Siendo el esfuerzo cortante la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. También se tiene aquellos producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura.

Durabilidad

La Durabilidad que se debe de obtener de un Pavimento Asfáltico dependerá de factores económicos y sociales, siendo esta característica muy importante debido a que ayudará a conservar el pavimento. Siendo en la mayoría de los casos la solución más económica y rentable hacer un respectivo mantenimiento para lograr la conservación y vida útil del Pavimento Asfáltico.

Requerimiento de Conservación

Uno de los factores a tener en cuenta es el aumento del tránsito, también el clima, como entre otros, es por ello que se tiene que optar por hacer un plan de mantenimiento a los Pavimentos Asfálticos, ya sean rutinarios o periódicos para hacer que la vida del pavimento no se acorte y evitar accidentes, haciendo que el usuario puede transitar a la velocidad de diseño establecida.

El espesor de la capa de rodadura de un pavimento asfáltico varía grandemente, desde menos de una pulgada en los tratamientos superficiales usados en caminos de tránsito liviano, hasta seis pulgadas o más de concreto asfáltico

usado en caminos destinados al tránsito pesado. La carpeta de rodadura asfáltica puede ser de cuatro tipos:

- Mezcla asfáltica en caliente.
- Mezcla asfáltica en frío.
- Tratamiento superficial simple o múltiple.
- Macadam asfáltico.

a) Mezcla Asfáltica en Caliente

Está compuesta por agregados gruesos y finos unidos mediante un ligante bituminoso, dichos materiales son procesados en plantas de mezclado especiales, donde son calentados, proporcionados y mezclados para lograr una adecuada homogeneidad.

b) Mezcla Asfáltica en Frio

En su elaboración se emplean los mismos materiales que en las mezclas en caliente, pero en este caso pueden ser procesados a temperatura ambiente. En estas mezclas se pueden utilizar ligantes bituminosos con menor viscosidad que las mezclas en caliente, betunes fluidificados, alquitranes fluidos o emulsiones asfálticas. Las mezclas en frío pueden a su vez clasificarse como:

- Mezclas Abiertas
- Mezclas Densas

c) Tratamiento Superficial

Dentro de esta categoría se tiene todas las aplicaciones de asfalto, con o sin agregados, que se hacen sobre cualquier camino de tierra o superficie de pavimento, y cuyo espesor por lo general es menor a una pulgada.

Los tratamientos superficiales sellan y sirven para prolongar la vida de los caminos, teniendo a la vez propósitos especiales según sea su tipo. Entre los diversos tratamientos existentes podemos mencionar:

- Tratamiento superficial simple y múltiple.
- Tratamiento superficial con aplicación única de asfalto.

- Riego de imprimación. Riego antipolvo.
- Lechadas asfálticas.
- Micro aglomerados en frío

d) Macadam Asfáltico

El macadam asfáltico por penetración consiste en una superficie de rodamiento de piedra triturada o escoria de un solo tamaño, y con los cuales se usa el asfalto como ligante. Se ha empleado como capa superficial en caminos de tránsito medio, ya que en los que están sometidos a tránsito pesado ha sido sustituido por el concreto asfáltico.

2.2.8.4 Tipos de Mezclas Bituminosas

Los tipos de mezclas bituminosas generalmente empleados para las capas de rodamiento de pavimentos flexibles, son los siguientes:

- a) **Tratamientos superficiales en una o varias capas**, con o sin carpeta de sello. Los asfaltos y alquitranes que se emplean, son los llamados líquidos o diluidos (Cut-backs) del tipo de rápido curado (RC) y emulsiones CRS. El espesor de estas capas es de 2.5 cm. (1”), aproximadamente. Este tipo se emplea, comúnmente, para tránsito ligero.
- b) **Macadam de penetración**. Son sucesivas capas de material pétreo y asfalto regado a presión. Los asfaltos que se emplean son aquellos cuya penetración está comprendida entre 85 y 150. El espesor de estas capas varía entre 6 y 15 cm. (2.5” y 6”).
- c) **Mezclas “in situ” de tipo abierto o denso**. Generalmente, se emplean asfaltos líquidos de rápido y medio curado (RC y MC). El espesor varía, aproximadamente, entre 4 y 7.5 cm. (1.5” y 3”).
- d) **Mezclas “en planta” de tipo denso o abierto, aplicadas “en frío” o “en caliente”**. Para láminas asfálticas (sheet asphalt), concretos bituminosos, etc. Pueden usarse algunos asfaltos líquidos, pero preferentemente se emplean cementos asfálticos cuya penetración

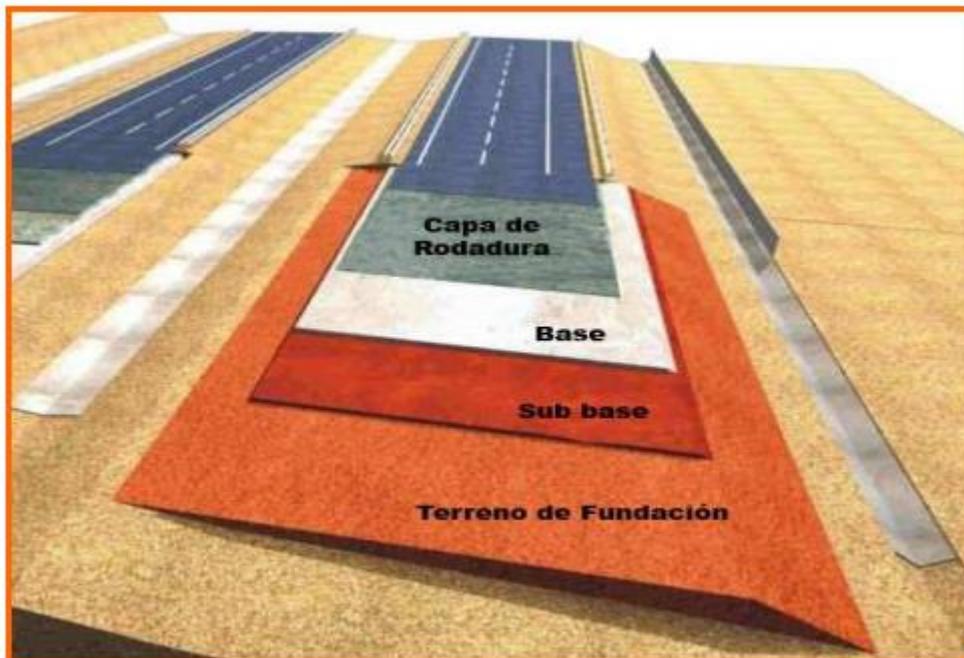
está comprendida entre 85 y 200. El espesor es, generalmente, mayor de 5cm (2”).

2.2.8.5 Carpeta de Desgaste o Sello

Está formada por una aplicación bituminosa de asfalto o alquitrán, y tiene por objeto sellar la superficie, impermeabilizándola, a fin de evitar la infiltración de las aguas de lluvia. Además, protege la capa de rodamiento contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos.

Los materiales bituminosos que se emplean pueden ser asfaltos líquidos, emulsiones, y de penetración. Estos materiales son aplicados por medio de un distribuidor a presión, en cantidades que varían de 0.5 a 1.5 litros por metro cuadrado, según las características de la capa sello. Los sellos pueden o no llevar una cubierta secante (blotter) de arena o agregado fino. En caso de colocarse una cubierta de material pétreo, la cantidad a emplearse varia, generalmente, entre 5 y 10 kg/m².

Ilustración 6: Diagrama de la estructura de un pavimento flexible



2.2.8.6 Fallas en el Pavimento Flexible

2.2.8.6.1 Definición de fallas

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga. Un factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles, y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible este efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

Las fallas en los pavimentos flexibles pueden dividirse en tres grupos fundamentales. Fallas por insuficiencia estructural: Se trata de pavimentos contruidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad. **(Sánchez C, 1996)**.

2.2.8.6.2 Fallas por defectos constructivos

Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.

2.2.8.6.3 Fallas por defectos

Según **Rico y del Castillo (1984)**, la tecnología se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa – efecto, para desarrollar normas de criterios de proyectos y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que

depende de la exigencia del consumidor. Centrándonos en la siguiente falla.

2.2.8.6.4 Fallas por fatiga comunes en los pavimentos flexibles

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas se encuentran el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, de formación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación. TRADUCCIÓN ESPAÑOL. Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI. Setiembre 2004.

2.2.8.6.5 Consolidación del terreno de cimentación

La consolidación del terreno de cimentación produce distorsión del pavimento independientemente de los espesores o de su condición estructural. Se puede producir agrietamientos longitudinales y con trayectoria circular.

2.2.8.7 Factores que pueden afectar a la falla por fatiga

2.2.8.7.1 Índice Medio Diario

Es el volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2010, Perú).

Los aspectos que se han de considerarse son: tránsito. Conteo de tráfico histórico y actuales, carga y presión de inflado, número de repeticiones de las cargas, radio de influencia de las cargas, configuración de ejes y llantas, distribución transversal del tráfico, velocidad y frenado de los vehículos, estadísticas de sobre cargas de los vehículos.

Con toda esta información se analiza la estructura dándonos la posibilidad de adquirir un adecuado nivel de entendimiento sobre el comportamiento del pavimento existente, se emiten los primeros diagnósticos de situación. Todo esto puede influenciar a una falla por fatiga, es por esta razón que todos estos elementos se tienen que considerar; y analizar los patrones de influencia en la falla por fatiga.

Clasificación del tráfico es de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1: Clasificación del Tráfico

TRAFICO	IMDP
LIVIANO	MENOS DE 50
MEDIANO	200
PESADO	1000
MUY PESADO	MAS DE 1000

Fuente : Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2005, Perú.

2.2.8.7.2 Clima

Definimos como el conjunto de características atmosféricas de un lugar o zona geográfica.

2.2.8.7.3 Materiales a Utilizar

Material de origen pétreo compuesto por partículas menores de 3" de diámetro, de origen aluvial o por trituración de rocas, que sirve como llenante de las mezclas asfálticas.

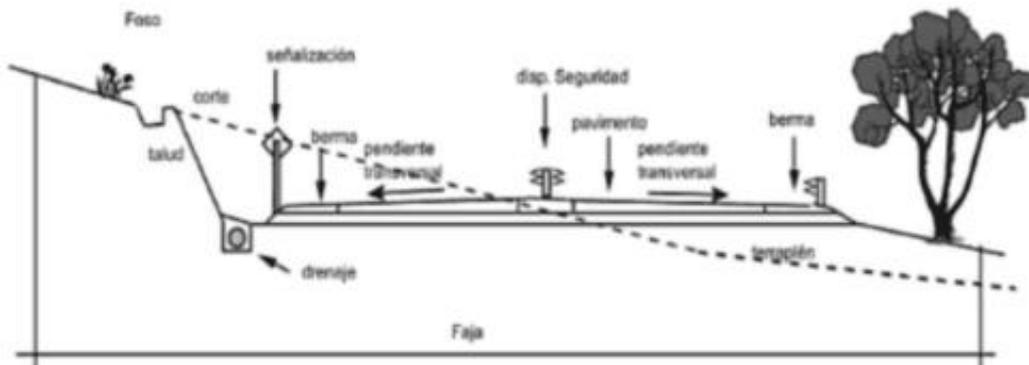
✚ **Para De Solminihac T. Hernán:** Considera la Infraestructura Vial, bajo lo siguientes criterios:

a) Concepto: Durante muchos años se tuvo un concepto equivocado de infraestructura vial, ya que solo se tomaban en cuenta aquellos elementos que indican directamente sobre la operación de la vía, sin embargo, a medida que pasa el tiempo se han ido agregando otros aspectos que si bien no afectan la operación directa de los usuarios, si lo hacen sobre el entorno.

Por lo tanto, se puede decir que se llama infraestructura vial a todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de personas y vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro, minimizando las externalidades tanto al medio ambiente como su entorno. Esto incluye los pavimentos y sus características, puentes, túneles,

dispositivos de seguridad, señalización, entorno, medio ambiente, impacto general, etc. Cada uno de los elementos mencionados cumplen una función específica y única que lo hace indispensable dentro del buen funcionamiento de la infraestructura.

Ilustración 1: Algunos elementos de la Infraestructura Vial



b) Elementos Básicos de la Infraestructura Vial: Sin perjuicio de su concepto, el elemento básico dentro de la Infraestructura Vial son los pavimentos, en torno a ellos se generan todos los elementos mencionados (elementos complementarios). Esta importancia se debe a la funcionalidad que cumple el pavimento dentro de la operación de un camino, es este el que entrega la superficie requerida para el desplazamiento de los diferentes medios de transporte; del pavimento dependen la mayoría de los costos de usuario, así mismo es el pavimento el que requiere la mayor cantidad de recursos económicos y financieros tanto para su construcción como para su mantenimiento y por esto el desarrollo de tecnologías de la infraestructura vial tiene como un objeto primordial el comportamiento del pavimento.

✚ **Paredes Rojas:** En el Manual de Pavimentos, indica aspectos sobre Emulsiones Asfálticas, de acuerdo a las siguientes definiciones:

a) Emulsión Asfáltica: Compuesto bituminoso de aplicación en frío, color negro – café, elaborado con materias primas de calidad controlada y utilizada para la impermeabilización de elementos donde se necesite una barrera que actúe contra el agua y la humedad.

Información técnica:

- Apariencia : Líquido Viscoso
- Color : Negro – Café
- Densidad : 1.06 kg/l + / - 0.02 kg/l
- Secado al tacto : 30 – 45 minutos a 20°C

Desde el punto de vista físico – químico, es una dispersión mas o menos estable de un líquido en otro, coronando de dos fases no miscibles, las cuales son:

- Fase Hidrocarbonada
- Fase Acuosa

Son ligantes versátiles, no contaminantes y que ahorran energía, se emplean en frío y con áridos de distinta naturaleza u origen.

Básicamente, la emulsión asfáltica es una dispersión muy fina de asfalto de petróleo en agua, la que se obtiene mediante el uso de emulsificantes especiales y la eleva energía mecánica de un molino coloidal. Las emulsiones más generalizadas por sus virtudes para uso vial son las catiónicas.

2.2.9 Técnicas de Conservación

2.2.9.1 Generalidades

Las técnicas de conservación, son elementos que han ido implementándose a medida de querer recuperar la infraestructura del pavimento tomando en cuenta las restricciones presupuestarias. A su vez estas dependen de condiciones tanto funcionales como estructurales, ya que ambas afectan al usuario; a modo de ejemplo, un pavimento flexible puede estar muy agrietado, lo que significa una pérdida considerable de capacidad estructural, sin embargo, el conductor podría no sentir mayores molestias. Al contrario, un pavimento puede tener una excelente capacidad estructural, pero aspectos como una deficiente rugosidad o escalonamiento en el caso de pavimentos rígidos pueden afectar la conducción, con lo que la capacidad funcional se reduce. Dado que las políticas de conservación dependerán

directamente de las condiciones ya descritas, se han definido tres grandes grupos de conservación: Restauración, Rehabilitación y Reconstrucción.

2.2.9.2 Generalidades

Los grupos de conservación vienen a ser los conjuntos de técnicas, las que se agrupan en función al requerimiento, tiempo de vida útil de condición presupuestaria.

2.2.9.2.1 Restauración

La restauración se refiere a aquellas técnicas que mantienen la infraestructura dentro de un nivel aceptable o bajo los estándares inicialmente establecidos. Este tipo de conservación afecta tanto al pavimento como a sus elementos complementarios. Su aplicación es permanente en el tiempo, requiere de una constante revisión de la infraestructura y sus soluciones den de bajo costo en comparación con las otras políticas de mantenimiento. Una aplicación eficiente de esta política protege a la infraestructura de un deterioro acelerado y permite que las acciones de conservación futuras no sean tan costosas.

Para este punto se han dividido a la restauración en dos grupos:

- a) Mantenimiento Rutinario
- b) Restauración de Pavimentos Asfálticos

2.2.9.2.2 Rehabilitación

Esta alternativa aporta las siguientes características a la superficie de rodadura: entrega una nueva superficie de rodadura, aumenta la comodidad al conducir, aumenta la seguridad y la resistencia al deslizamiento. La nueva carpeta corrige los defectos de la sección transversal y de la superficie. Además, el espesor del recapeo aporta una capacidad estructural extra al pavimento con lo que la vida útil se ve acrecentada. Los materiales utilizados y las características constructivas de un recapeo tienen una gran influencia sobre el diseño ya que la composición de esta afecta el espesor necesario para llegar a la capacidad estructural requerida y por ende la extensión de la

vida útil del pavimento. En la siguiente tabla se aprecian los distintos tipos de recapeo:

Ilustración 2: Técnicas de Recapeo de Pavimento

PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
Hormigón Adherido	Hormigón
Hormigón No Adherido	Concreto Asfáltico
Concreto Asfáltico	

Uno de los aspectos más importantes para definir que técnica se va a utilizar es determinar la condición de la estructura que será recapeada ya que de ésta dependerá el comportamiento del recapeo. Por lo general, previo a todo recapeo se deben realizar obras sobre la carpeta existente de modo que ésta sea uniforme y homogénea a lo largo de todo el proyecto. La cantidad de obra requerida para estabilizar la carpeta de rodadura.

2.2.9.2.3 Reconstrucción

La reconstrucción consiste en reemplazar el pavimento existente incluyendo las bases por uno nuevo ya sea en asfalto u hormigón. La estructura puede ser reemplazada por capas o reciclando.

2.2.9.3 Técnicas de Conservación

Estas actividades van desde un sellado de fisuras hasta un reciclado en todo su espesor. Cada uno de estos se ejecutan en función a la experiencia e innovación constructiva y la gestión de pavimentos aplicada al monitoreo e inspección del comportamiento de estas actividades frente a las condiciones en las que se ejecutan.

2.2.9.4 Gestión de Conservación de Pavimentos

Se considera normalmente que un sistema de gestión de conservación de pavimentos es el conjunto de operaciones que tienen como objetivo conservar por un período de tiempo las condiciones de seguridad, comodidad y capacidad

estructural adecuadas para la circulación, soportando las condiciones climáticas y de entorno de la zona en que se ubica la vía en cuestión.

Antiguamente el estado del pavimento se apreciaba visualmente, las técnicas de refuerzo eran primarias y limitadas (bacheo o tratamientos superficiales simples básicamente) y los problemas ecológicos sólo eran tomados en cuenta de acuerdo a la conciencia de los ingenieros (que se sintieran más o menos comprometidos con la causa). En la actualidad la situación ha cambiado, el estado de la carretera se mide a través de una multitud de parámetros específicos, las posibilidades técnicas de reparación y conservación son múltiples y el tema ecológico ha cobrado una relevancia fundamental, de aquí que los sistemas de gestión de pavimentos hayan evolucionado en una medida similar.

2.2.9.5 Conceptos Básicos

El concepto de "gestión de conservación de pavimentos" ha evolucionado en forma acelerada en los últimos veinte años combinando todas las actividades para proveer y administrar pavimentos. Su objetivo básico es usar información segura y consistente para desarrollar criterios de decisión, otorgar alternativas realistas y contribuir a la eficiencia en la toma de las decisiones, para así conseguir un programa de acción económicamente óptimo y en el cual se provea una retroalimentación de las consecuencias de las decisiones tomadas, como medio de asegurar su efectividad. Se puede agregar que gente experimentada puede generar programas racionales, pero para una red extensa se hace imprescindible organizar la información. En caso de no existir un programa de gestión, se cuenta sólo con decisiones aproximadas producto de soluciones limitadas para el mantenimiento, lo cual es de dudosa efectividad en las condiciones de restricción de presupuesto en que generalmente se trabaja.

La planificación de la gestión de pavimentos otorga beneficios, tales como:

- Recopila un conjunto de información, la cual puede ser compartida dentro de la organización, entre instituciones o el público en general.
- Logra los mejores beneficios con el dinero disponible.
- Puede dar a conocer las consecuencias de una u otra medida de conservación en base a experiencias similares anteriores.

Además, la gestión de pavimentos es un proceso global que incluye todas aquellas actividades involucradas en proporcionar caminos, entre las que se cuentan: adquisición de información inicial, planificación y programación de mantenimiento, rehabilitación y nueva construcción, diseño de detalles de proyectos individuales y de seguimiento periódico de pavimentos existentes. La gestión identifica las mejores estrategias priorizándolas para su implementación.

La Conservación de los Pavimentos, es un programa de actividades con el objeto de preservar las inversiones efectuadas en la infraestructura vial, comprende el monitoreo del comportamiento del pavimento tratamientos para la extensión de la vida útil del pavimento y la implementación de una política orientada a satisfacer las necesidades de los usuarios, siendo la suma de todas las actividades efectuadas para conservar las carreteras en buenas condiciones de servicio. Ello incluye el mantenimiento correctivo, al mismo tiempo que rehabilitaciones menores y mayores. No considera el mejoramiento de la capacidad estructural, construcción de pavimentos nuevos o la reconstrucción de pavimentos existentes.

La Conservación de Pavimentos es una estrategia de tratamientos costos – efectivos aplicada a una vía existente para prolongar la vida útil o mejorarla serviciabilidad del pavimento. Es una estrategia concebida con el objeto de disminuir el grado de deterioro, retardar fallas y mejorar la condición funcional o estructural del pavimento.

2.2.9.6 Importancia de la Conservación del Pavimento

Conforme los pavimentos se deterioren, el mantenimiento preventivo no es suficiente para tender los diversos problemas que presentan tratamiento de conservación costo – efectivo para pavimentos dañados severamente y con deficiencia estructural que deben ser aplicados.

Existen métodos de conservación de pavimentos, estos deben seleccionarse adecuadamente, en muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las razones del deterioro o de la falla y, de esta manera, entender mejor el comportamiento del mismo.

2.2.9.6 Los pavimentos y su necesidad de conservación

Los pavimentos tienen por propósito servir al tránsito en forma segura, confortable y eficiente, por tal motivo es importante realizar labores de conservación adecuadas y oportunas sobre ellos.

El concepto de conservación de pavimentos significa la acción de cuidar que su aptitud de servicio se prolongue durante el tiempo requerido, lo cual implica un esfuerzo de preocupación de los encargados y un desembolso de recursos importante por parte de la agencia responsable. Los caminos son vitales para la comunidad y afectan el bienestar económico y el desarrollo de la misma, por este motivo los administradores tienen la responsabilidad de dar al público el mejor servicio posible con los fondos disponibles. Los caminos son uno de los subsistemas del sistema global de transporte, a él se agrega el subsistema de vehículos que transitan por la vía, formando ambos lo que se conoce como el costo global del sistema de transporte. Dentro de dicha premisa se inserta la necesidad de construir caminos de buena calidad e intervenir en ellos cada vez que sea necesario, a fin de mantener las condiciones apropiadas para los usuarios. Mientras exista demanda de parte de ellos, es conveniente crear y seguir un esquema de conservación de la red que garantice lo siguiente:

- Adecuada conservación de los caminos de la red a un costo apropiado.
- Que la red vial sea mantenida siguiendo un programa de largo plazo.
- Que se optimice los costos y beneficios del sistema, racionalizando el uso de recursos.
- Que exista un permanente control de los efectos sobre el medio ambiente
- Que se implemente un control de la efectividad de la conservación.

En una sociedad intensamente motorizada como la nuestra, la trascendencia que se debe otorgar a la conservación de carreteras es fundamental. El patrimonio vial del país se ha enriquecido considerablemente y sigue creciendo en una progresión importante, con ello se pone de manifiesto la necesidad de disponer de una completa información del estado de vías y estructuras, así como de un plan de acción de conservación que permita la prevención y corrección de deterioros oportunamente. Con este objetivo se utilizan los sistemas de gestión,

que sirven de herramienta para ayudar tomar la decisión, seleccionando las acciones más adecuadas, determinando su costo y fijando sus prioridades, dentro de las disponibilidades económicas de la entidad administradora, sea ésta pública o privada.

Puesto que los pavimentos son diseñados para tener una duración determinada, la no realización de un mantenimiento adecuado significará que en el corto plazo el pavimento entregará un servicio menor al esperado. Esta situación incentiva la creación de la gestión de pavimentos.

2.2.10 Definición de término básicos

- ✚ **PAVIMENTO:** Es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículo.

- ✚ **PAVIMENTO FLEXIBLE:** pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este pavimento está compuesto de una carpeta asfáltica, base granular y capa de sub base.

- ✚ **NIVELACIÓN:** Son requeridas en aquellas vías deformadas que permitan elevación de la rasante. Son capas de espesor variable colocadas con equipos. Dependiendo del caso pueden ejecutarse previo a la colocación de otra capa, o cumplir simultáneamente funciones de nivelación y refuerzo estructural, nivelación y sello en forma simultánea.

- ✚ **BASE:** Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una súbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

- ✚ **SUB BASE:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base. Es la capa de la

estructura de pavimento que impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.

- ✚ **SUB RANSANTE:** Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. **(Coronado, 2002, pág. 18)**
- ✚ **RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía. **(Montejo, 2006, Pág. 3)**
- ✚ **AASHTO:** Es uno de los primeros sistemas de clasificación de suelos, desarrollado por Terzaghi y Hogentogler en 1928. Este sistema pasó por varias revisiones y actualmente es usado para propósitos ingenieriles enfocados más en el campo de las carreteras como la construcción de los terraplenes, subrasante, sub bases y bases de las carreteras.
- ✚ **CAPAS O SOBRE CARPETA:** Procedimiento clásico para proteger un pavimento deteriorado, eliminar o reducir su rugosidad, mejorar la resistencia al deslizamiento y reforzar la estructura de un pavimento flexible mediante la repavimentación con concreto asfáltico.
- ✚ **FRICCIÓN Y/O SELLO:** Las capas de fricción tienen como objetivo principal mejorar la resistencia al deslizamiento del pavimento a fin de dar mayor seguridad a los usuarios.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Área y Línea de investigación:

Área:

Transportes

Línea:

Pavimentos

3.2 Planteamiento del Problema

La conservación de los pavimentos en el mundo es una necesidad intrínseca que los estados o concesionarios tienen que llevar adelante, se trata de mantener la estructura proyectada, en los estándares de servicio adecuado para los cuales han sido diseñados, por lo que estos pasan por evaluaciones periódicas a fin de determinar su estado de conservación.

En nuestro país, ya se ve poco a poco la importancia que lo van dando al tema de conservación de pavimentos, ya se asignan recursos a las vías de todos los niveles de servicio, siendo este año en el que se tendrá la mayor inversión en mantenimiento de carreteras.

En nuestro departamento igualmente este año se están ejecutando numerosos mantenimientos de caminos vecinales, rutas departamentales y nacionales, siendo las trochas carrozables las que se deterioran más rápido y requieren mayor atención, al contrario de las pavimentadas que requieren intervenciones puntuales como es el caso de las emergencias, en suma las carreteras necesitan conservación adecuada debido a la situación en que se encuentran, como es el caso del presente estudio de investigación.

3.3 Formulación del problema

La conservación de los pavimentos en el mundo es una necesidad intrínseca que los estados o concesionarios tienen que llevar adelante, se trata de mantener la estructura proyectada, en los estándares de servicio adecuado para los cuales han sido diseñados, por lo que estos pasan por evaluaciones periódicas a fin de determinar su estado de conservación.

En nuestro país, ya se ve poco a poco la importancia que lo van dando al tema de conservación de pavimentos, ya se asignan recursos a las vías de todos los niveles de servicio, siendo este año en el que se tendrá la mayor inversión en mantenimiento de carreteras.

En nuestro departamento igualmente este año se están ejecutando numerosos mantenimientos de caminos vecinales, rutas departamentales y nacionales, siendo las trochas carrozables las que se deterioran más rápido y requieren mayor atención, al contrario de las pavimentadas que requieren intervenciones puntuales como es el caso de las emergencias, en suma las carreteras necesitan conservación adecuada debido a la situación en que se encuentran, como es el caso del presente estudio de investigación.

3.2.1 Problema General

¿De qué manera se relaciona la evaluación del pavimento flexible con el estado de conservación de la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín?

3.2.2 Problemas específicos

¿Cómo se evaluará las condiciones locales del pavimento flexible preexistentes de acuerdo a criterios técnicos establecidos en las normas emitidas por el Ministerio de transportes?

¿De qué manera se Identificará los tipos de fallas existentes en la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín?

¿De qué manera se establecerá técnicas de solución para garantizar la conservación del pavimento flexible de la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín?

3.4 Objetivos

3.3.1 Objetivo General

Evaluar la estructura del pavimento flexible y su relación con el estado de conservación de la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín.

3.3.2 Objetivos específicos

- ✚ Evaluar las condiciones locales del pavimento flexible de acuerdo a criterios técnicos establecidos en las normas emitidas por el Ministerio de transportes.
- ✚ Identificar los tipos de fallas existentes en la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín.

Establecer técnicas de solución para garantizar la conservación del pavimento flexible de la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, provincia y departamento de San Martín.

3.5 Hipótesis:

3.5.1 Hipótesis General

La evaluación del pavimento, si influye significativamente en la propuesta del estado de conservación de la Carretera Morales – San Roque, provincia y departamento de San Martín.

3.6 Variables:

3.6.1 Identificación de las variables

Variable Independiente:

Evaluación del pavimento flexible.

Variable dependiente:

Estado de conservación del Pavimento Flexible.

Operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Evaluación de las condiciones actuales del pavimento. Estudio de Suelos, tránsito y agregados	Óptimo Regular Deficiente	Estructura del Pavimento Flexible

3.7 Metodología:

3.7.1 Tipo de Investigación

La investigación propuesta es Descriptiva, permitirá conocer el comportamiento de la evaluación de la estructura del pavimento flexible de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martin.

3.7.2 Diseño de la Investigación

Se ha considerado un Diseño No Experimentales; los mismos que se realizar sin manipular, deliberadamente las variables, se estudian los hechos tal como se dan en el contexto y puede clasificarse en:

- Diseños Transeccionales descriptivos, según esquema 1:

M → O

Donde:

M : Muestra con quien o quien se va realizar el estudio

O : Observación a la variable, información relevante o de interés de la muestra.

Pasos:

- a) Realizar la observación a la variable (recojo de información sobre el objeto de estudio.
- b) Proceso o Sistematización de la información o datos.
- c) Clasificar la información o datos, organizando en cuadros o tablas y representación de gráficos.
- d) Analizar e interpretar la información o datos

Este diseño se emplea para recoger información contemporánea con respecto a una situación previamente determinada (objeto de estudio), para tomar una decisión.

3.8 Población y/o Muestra

3.8.1 Población

El universo está regido por la problemática de las condiciones deficientes de servicio vial para el desplazamiento seguro de los vehículos de carga y pasajeros que se desplazan por la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín.

3.8.2 Muestras

La muestra está regida por el Mortero Asfáltico incorporado en la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín.

3.9 Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos

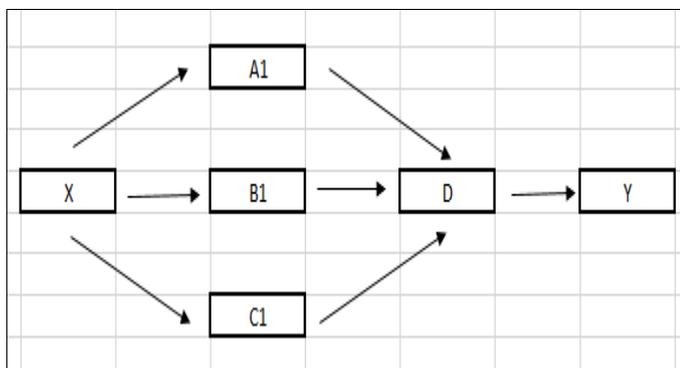
3.9.1 Técnicas de Recolección de Datos

Los métodos de evaluación de la situación de conservación vial de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín, se basó en las recomendaciones establecidas en las normas técnicas emanadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, para determinar la calidad de servicio de la vía. El Intervalo de tiempo ha sido el mes.

Todos estos métodos de análisis se han aplicado tanto a los transito anual como mensuales. Sin embargo, el principal objetivo del estudio es

la Evaluación de las condiciones de conservación vial de la citada Carretera.

Método a utilizarse se representará en el siguiente diagrama



Descripción de las variables:

- **X** : Deficiente estado de conservación de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín y su relación con el estado actual.
- **A1** : Recopilación de información sobre la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín, para conocer la necesidad de los pobladores.
- **B1** : Trabajo de Campo, donde se ejecutará la investigación para poder sacar datos y obtener valores reales.
- **C1** : Estudio de tránsito actual para complementar la información.
- **D** : Análisis de los resultados y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la evaluación del estado de conservación del pavimento con mortero asfáltico.
- **Y** : Evaluación actual de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín, de la estructura del pavimento flexible.

3.9.2 Instrumento de recolección de datos

3.8.2.1 Instrumentos técnicos

- Consulta con material bibliográfico
- Información de Tránsito – Tarapoto

- Revisión documental
- Páginas Web

3.8.2.2 Instrumentos de campo

- Observación directa
- Verificación de fallas en campo
- Wincha de cincuenta metros
- Instrumento topográfico
- Planos de la Carretera
- Lista de cotejo

3.9.3 Procesamiento de recolección de datos

Todos los análisis y gráficos se han realizado mediante el programa MS Word y Excel (Office 2007) incluyendo las tendencias, los promedios móviles, los cálculos normales de los promedios y desviación estándar de los datos. Los datos serán procesados computacionalmente en hojas de cálculo Excel y presentado en cuadros con sus respectivos gráficos e interpretación.

Los datos obtenidos de la aplicación tecnológica serán presentados y analizados en cuadros comparativos, donde una interpretación de estos de acuerdo a los parámetros que se establecen en las normas respectivas de consulta.

El uso de software permite procesar los datos evaluación y diagnóstico directo en la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza - San Martín, y para el procesamiento fue mediante hoja de cálculo Excel. Asimismo, análisis comparativo de la observación de la carretera, con identificación de las zonas críticas con este servicio o en el tramo de estudio, asimismo el análisis de los datos estará regido a las consideraciones y parámetros medioambientales de las principales normas que se rigen en el país acerca del tema de conservación vial.

3.9.4 Recolección de Datos

3.8.4.1 Estudio de Cantera

Las canteras son fuentes o depósitos geológicos de aprovisionamiento de suelos y rocas necesarias para ser empleadas en construcciones viales, edificaciones y otros, únicamente se tratarán las canteras de material agregados para la elaboración de la base estabilizada y el mortero asfáltico que se utilizarán en la solución de la propuesta.

3.8.4.2 Descripción de la Cantera

La cantera denominada como Cantera Cumbaza de propiedad privada proporcionará a la obra, materiales granulares para la elaboración de la base estabilizada con emulsión asfáltica y mortero asfáltico.

Tipo de material: Grava pobremente graduada con limo y arena, suelta a media, gravas redondeadas de origen sedimentario e ígneo, bloques de $T_{máx} = 0.60m$ de forma redondeada a sub redondeada procedente principalmente de materiales fluvio aluviales, porcentaje de grava 68%, arenas 28.1% y 3.9% de finos que pasan la malla N°200 también aparecen mantos de estratos de arena fina.

3.8.4.3 Trabajos de campo

La exploración de campo consistió en la ubicación, verificación y extracción de muestras representativas de los materiales característicos de la Cantera en análisis.

3.8.4.4 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio realizados, a realizar tienen por objetivo conocer la calidad d los materiales que será usado principalmente como estructura de pavimento cumpliendo las especificaciones en cuanto a su calidad y resistencia mecánica.

Entre los ensayos de laboratorio que han sido ejecutadas tenemos los siguientes:

- Contenido de humedad

- Análisis granulométrico por tamizado
- Límites de consistencia (límite líquido y límite plástico)
- Peso unitario seco y compacto
- Gravedad específica
- C.B.R

a) Contenido de humedad natural

Es la determinación de la cantidad de agua presente en la muestra, comparada con respecto a su peso seco, nos sirve para obtener una idea general del momento en la cual se realizaron las exploraciones geotécnicas, debido al efecto importante que tiene este contenido de agua en la influencia de la resistencia mecánica.

b) Análisis Granulométrico por tamizado

Consiste en determinar el tamaño promedio de los granos que conforman la masa de suelo, en el laboratorio se realiza este ensayo con el material desde 0.0745mm (N°200) hasta de 3”.

c) Límites de consistencia (Límite líquido y plástico)

El límite líquido y plástico, consiste en determinar el contenido de agua en la muestra que son los límites entre los estados líquido – plástico y plástico – no plástico. El ensayo se realizará con el material menor a la malla N°40.

d) Clasificación de suelos

Las muestras extraídas se clasificaron mediante el método AASHTO y SUCS.

e) C.B.R.

Para determinar la capacidad de soporte del suelo de la sub rasante se realizó el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), para las muestras más representativas a lo largo de la vía.

3.9.5 Procesamiento y Análisis de datos

El procesamiento se realizó con el apoyo de instrumentos informáticos, las guías técnicas emanadas por el Ministerio de Transporte y Comunicación, apuntes técnicos de clases de ingeniería civil, movilidad, transporte, alimentación y otros.

El análisis de la información levantada y procesada previamente, se basó en las especificaciones establecidas por los especialistas de la Universidad Científica del Perú, en la sede Tarapoto al igual con la evaluación hecha en el tramo de estudio.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO DE LA CARRETERA:

Los materiales encontrados a lo largo de la vía se pueden clasificar como sueltos, para fines de movimiento de tierras.

Km 0+200 – Km 0+380

Capa de rodadura compuesta de material granular estabilizada con emulsión grava mal gradada, con presencia de finos, compacta, ligeramente húmeda, de color gris oscura, subyace a esta capa materiales limo – arcilloso clasificándose como arcillas de baja y alta plasticidad y limo, de consistencia semiblanda, húmeda de color marrón.

Capa vegetal en bermas, material no consolidado que contiene materiales orgánicos y nutrientes de las plantas que sostienen su vida, subyace una arcilla de baja plasticidad de consistencia semi – compacta, húmeda, saturada de color rojizo.

Finalmente se realizará un perfil estratigráfico característico para la zona de estudio, basada en las exploraciones realizadas, ensayos de laboratorio, y la respectiva identificación de problemas puntuales de campo.

En el siguiente cuadro se muestra los valores de CBR característico para el tramo en estudio.

Cuadro 1: Valores de CBR y Clasificación de las calicatas

Kilometraje	CBR	CLASIFICACION	
	(95% MSD)	SUCS	AASHTO
0+500	2.5	ML	A-6 (8)
1+000	1.8	CL	A-6 (14)
1+500	2.1	CL	A-6 (11)
2+000	4.4	CL	A-6 (6)
2+500	4.3	CL	A-6 (6)
3+000	1.8	CL	A-6 (9)
3+500	2.8	CL	A-6 (12)
4+000	6.6	CL	A-7-6 (16)
4+500	0.9	CH	A-7-6 (18)
5+000	15.0	GP	A-1- a (0)
5+500	2.4	CL	A-6 (7)
6+000	2.7	CL	A-6 (7)

Fuente: Elaboración Propia

4.2. FUENTES DE AGUA

En general, existe abundancia de fuentes de agua, las cuales están compuestas por ríos y quebradas, con agua de muy buena calidad. Se ha analizado un porcentaje bastante representativo del total.

Se tomarán como fuente de agua todos los cursos de agua permanente que atraviesan la vía, estos se caracterizan por ser limpios (inoloro) y de caudal suficiente para abastecer la demanda de los trabajos.

- **Análisis de PH:** Mide el grado de acidez que posee el agua, se requiere (para el empleo de concreto, mezcla de suelos, etc) que el agua no sea ácida.

Por lo tanto, se puede concluir que el agua a utilizar es apropiada para los trabajos antes descritos y se podrá utilizar una adecuada elaboración de la base estabilizada y del mortero asfáltico.

4.3. ESTUDIO DE SUELOS

3.3.1 Trabajos de Campo

La etapa de campo consistió en la recopilación y verificación de los materiales confortantes de la sub rasante, corroborando la información en cuanto a los materiales y la baja resistencia cortante que poseen.

Los trabajos ejecutados (información recopilada) fueron los siguientes:

a) **Excavación manual a cielo abierto (calicatas) y muestreo**

En los 15 km de carretera existente se tomaron para el presente estudio los primeros 6 km donde se realizaron 12 calicatas distribuidas a lo largo de la vía con una exploración del suelo hasta una profundidad de 1.50m.

Inmediatamente después de realizada la excavación se procedió a extraer las muestras representativas por cada estrato, en cantidad suficiente para realizar los diversos ensayos de laboratorio.

b) Registro Estratigráfico

Terminada la excavación de las calicatas y la extracción de las muestras representativas por estratos característicos, se procede a la descripción detallada de estos, por su color, forma y porcentaje presente de gravas, boleas y bloques, cantidad de finos, plasticidad, compresibilidad, entre sus principales características, así como evaluar la capa o espesor de afirmado existente.

3.3.2 Suelo de Sub rasante

A lo largo del tramo, específicamente desde el km 0+000 al km 6+000 se han realizado las siguientes actividades:

- Excavación de calicatas cada 500m distribuidas convenientemente a lo largo del tramo de estudio, con una profundidad promedio de 1.50m.
- Ensayo de densidad de campo, mediante cono de arena.
- Toma de muestras representativas de suelos

Tabla 2: Denominación, ubicación y profundidad de excavación

N°	Calicata	Kilometraje	Profundidad	Lado
1	C-1	0+500	1.5	D
2	C-2	1+000	1.5	I
3	C-3	1+500	1.5	D
4	C-4	2+000	1.5	I
5	C-5	2+500	1.5	I
6	C-6	3+000	1.5	D
7	C-7	3+500	1.5	I
8	C-8	4+000	1.5	D
9	C-9	4+500	1.5	I
10	C-10	5+000	1.5	D
11	C-11	5+500	1.5	I
12	C-12	6+000	1.5	D

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Perfil estratigráfico de la carretera

Calicata C-1 Km. 0+500

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta.

0.15m a 0.30m: Se tiene una grava pobremente gradada con arena y poco o nada de finos. En la clasificación SUCS:GP.

0.30m a 1.50m: Se tiene una arcilla inorgánica, de plasticidad baja, material de consistencia plástica blanda y de color rojizo. En la clasificación SUCS:CL y clasificación AASHTO A-6 (8)

Calicata C-2 Km. 1+000

0.00m a 0.10m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta.

0.10m a 0.70m: Se tiene una grava limosa de baja plasticidad en la clasificación SUCS:GP-GM.

0.70m a 1.50m: Se tiene grava pobremente gradada con pocos finos en la clasificación SUCS:GP y en la clasificación AASHTO A-1-b(0)

Calicata C-3 Km. 1+500

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS:GP

0.15m a 0.80m: Se tiene arenas limosas de baja plasticidad con presencia de gravas en la clasificación SUCS:SC.

0.80m a 1.50m: Se tiene material granular mezclada con grava pobremente gradada con arena en la clasificación SUCS:GP y en la clasificación AASHTO A-1-a (0)

Calicata C-4 Km. 2+000

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta.

0.15m a 0.50m: Se tiene grava arcillosa de mediana plasticidad en la clasificación SUCS: GC y en la clasificación AASHTO: A-2-6 (0).

0.80m a 1.50m: Se tiene arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas en la clasificación SUCS: CH y en la clasificación AASHTO A-7-6 (18.)

Calicata C-5 Km. 2+500

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.25m: Se tiene grava arcillosa de mediana plasticidad en la clasificación SUCS: GC.

0.25m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (4).

Calicata C-6 Km. 3+000

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 1.10m: Se tiene grava arcillosa, una mezcla gravo-areno-arcillosa en la clasificación SUCS: GC.

1.10m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-7-6 (16).

Calicata C-7 Km. 3+500

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.60m: Se tiene grava arcillosa de baja plasticidad en la clasificación SUCS: GC.

0.60m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (9).

Calicata C-8 Km. 4+000

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.30m: Se tiene material de afirmado, entre ellos grava arcillosa en la clasificación SUCS: GC.

0.30m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (6).

Calicata C-9 Km. 4+500

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.25m: Se tiene material de afirmado, entre ellos grava arcillosa en la clasificación SUCS: GC.

0.25m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (6).

Calicata C-10 Km. 5+000

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.26m: Se tiene material de afirmado, entre ellos grava arcillosa en la clasificación SUCS: GC.

0.26m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (11).

Calicata C-11 Km. 5+000

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.60m: Se tiene material gravoso con limos y de baja plasticidad en la clasificación SUCS: GP-GC.

0.60m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (4).

Calicata C-11 Km. 5+500

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.60m: Se tiene material gravoso con limos y de baja plasticidad en la clasificación SUCS: GP-GC.

0.60m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (14).

Calicata C-12 Km. 6+000

0.00m a 0.15m: Se tiene material granular estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta en la clasificación SUCS: GP.

0.15m a 0.70m: Se tiene material gravoso con limos y de baja plasticidad en la clasificación SUCS: GP-GC.

0.60m a 1.50m: Se tiene arcillas inorgánicas de baja plasticidad, material de consistencia plástica blanda de color rojizo en la clasificación SUCS: CL y en la clasificación AASHTO A-6 (8).

4.4. ESTUDIO DE TRAFICO

Resumen de estudio de tráfico correspondiente al año 2020, durante el primer año de servicio (2018), el Contratista realizó como parte de los trabajos de relevamiento de información, el estudio de tráfico en diferentes puntos ubicados a lo largo de la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, en donde los datos de cada estación arrojaban en IMDa según se indica en el siguiente cuadro:

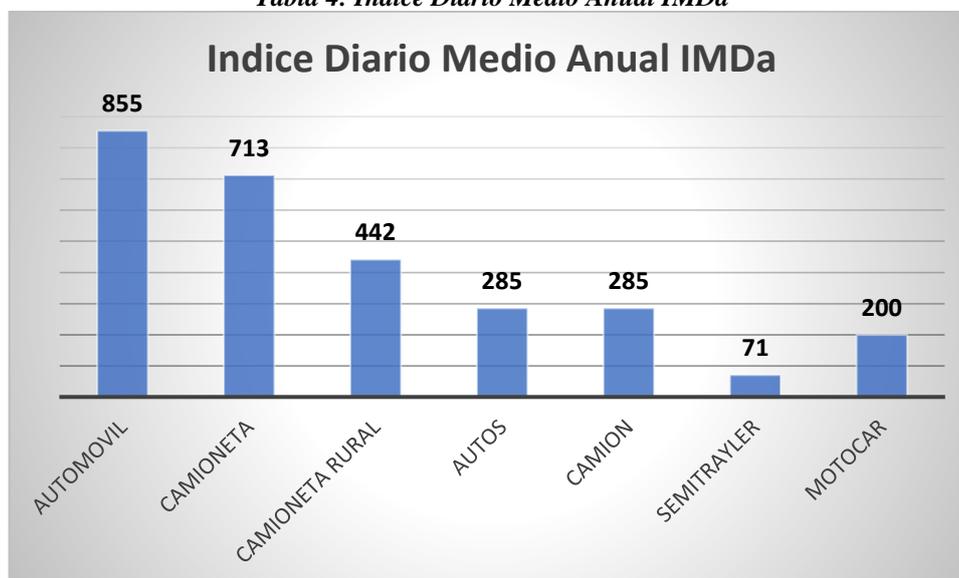
Tabla 3: Resumen del IMDa 2020, estación Ovalo Periodistas

Tipo de Vehículo		IMDa	%
AUTOMOVIL		855	30.00%
CAMIONETA		713	25.00%
CAMIONETA RURAL		442	15.50%
AUTOS		285	10.00%
CAMION	2E	114	4.00%
	3E	171	6.00%
SEMYTRAYLER	2S2	43	1.50%

	2S3	29	1.00%
MOTOCAR		200	7.00%
TOTAL		2850	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Índice Diario Medio Anual IMDa



Fuente: Elaboración Propia

4.5. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES

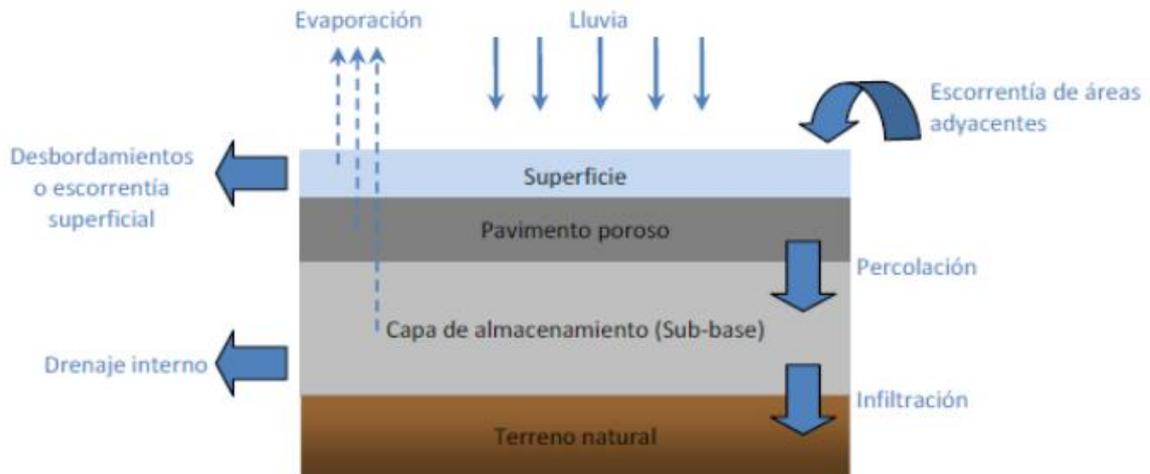
Durante la temporada de invierno en la Región San Martín, es costumbre los diversos cambios climatológicos adversos que se presentan, generando precipitaciones pluviales de forma frecuente, los que originan movimientos diferenciales en suelos expansivos, desprendimiento del ligante que rodea los agregados pétreos en las mezclas y tratamientos asfálticos.

Las precipitaciones constantes en el sub tramo mencionado afectaron directamente a la superficie de la rodadura, el cual por su naturaleza mismas estas aguas superficiales atacan enérgicamente el suelo y provocan la disgregación y movilización de las partidas superficiales, que son arrastradas por el agua. Asu vez la cantidad de lluvia excede la capacidad de infiltración en el terreno, por lo que se produce una escorrentía superficial que ocasiona daños superficiales de la rasante de esta importante vía.

Asimismo, las aguas superficiales que caen sobre la superficie de rodadura, se infiltran lentamente, produciendo así un mayor grado de saturación de la capa conformante de pavimento, llegando a ocasionar daños estructurales al

paquete estructural conformante de la misma, considerando además que el mortero asfáltico colocado es una capa delgada de 1.50cm de espesor.

Ilustración 7: Precipitación Pluvial que afectan al pavimento flexible



Resumen de datos pluviométricos 2015 - 2020

Se ha realizado la recopilación de los datos pluviométricos desde el 2015 hasta lo que ca del año 2020, cuyo único fin es dar a conocer el grado agresivo de la intensidad de precipitaciones pluviales ocurridas en esta parte de la Región y sobre todo demostrar que las frecuencias e intenciones de lluvia producidas son las mínimas necesarias para inducir a posibles daos en este tipo de pavimento.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, se adjunta en el siguiente cuadro, los datos de las precipitaciones pluviales mensuales para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, en cuyos resultados se observa que la mayor intensidad de lluvias fue registrada en el año 2015, según lo siguiente:

Tabla 5: Resumen de Precipitaciones Pluviales mensuales

RESUMEN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES MENSUALES (mm) ESTACIÓN TARAPOTO						
MES/AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ENERO	140.0	115.0	120.0	110.0	125.0	102.0
FEBRERO	175.0	140.0	125.0	120.0	145.0	101.0
MARZO	180.0	125.0	130.0	135.0	130.0	125.0
ABRIL	120.0	115.0	140.0	140.0	125.0	110.0
MAYO	98.0	100.0	100.0	120.0	90.0	105.0
JUNIO	92.0	92.0	90.0	90.0	95.0	65.0
JULIO	90.0	88.0	92.0	95.0	95.0	58.0
AGOSTO	93.0	90.0	95.0	97.0	98.0	68.0
SETIEMBRE	95.0	95.0	90.0	90.0	90.0	75.0
OCTUBRE	98.0	98.0	120.0	100.0	95.0	80.0
NOVIEMBRE	105.0	110.0	110.0	105.0	100.0	86.0
DICIEMBRE	100.0	100.0	115.0	98.0	105.0	79.0

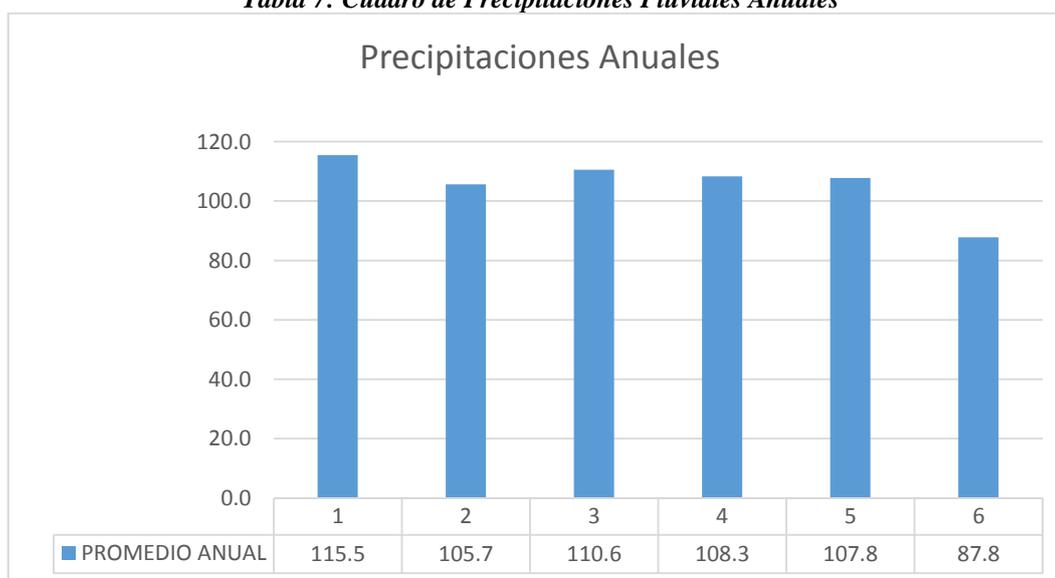
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Promedio Anual – Precipitaciones Pluviales

RESUMEN ANUAL DE PRECIPITACIONES PLUVIALES (mm)						
AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PROMEDIO ANUAL	115.5	105.7	110.6	108.3	107.8	87.8

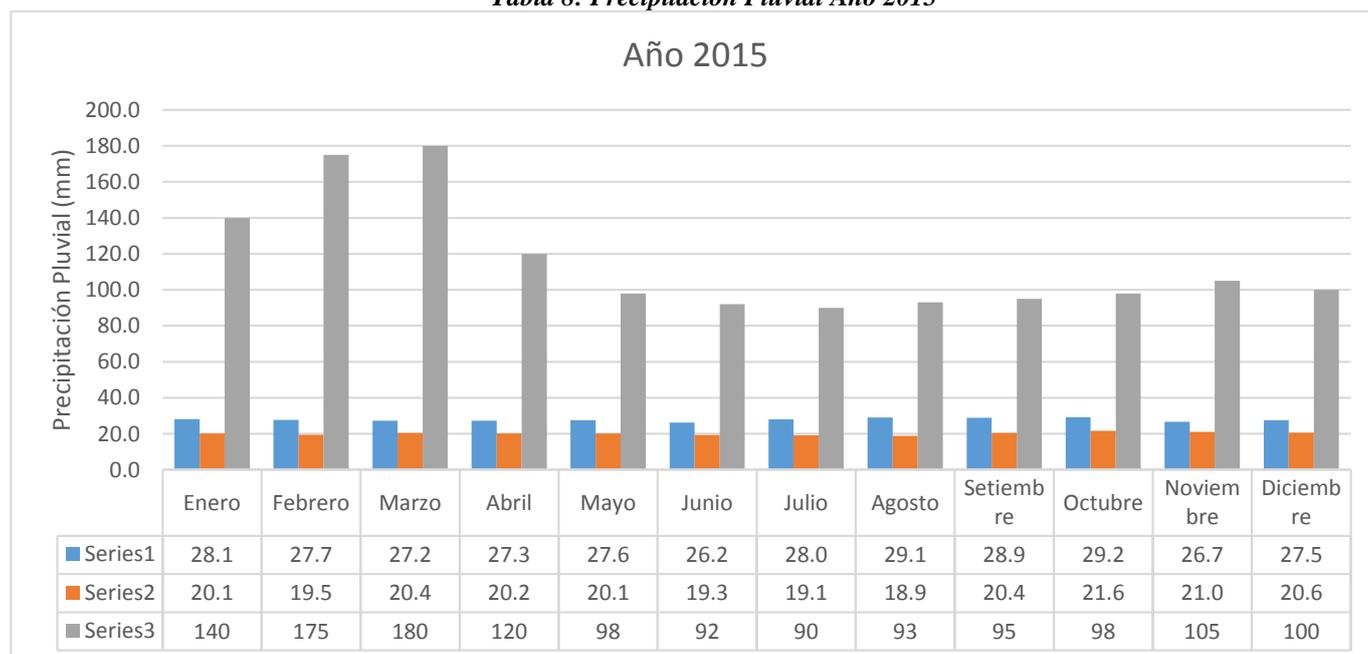
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Cuadro de Precipitaciones Pluviales Anuales



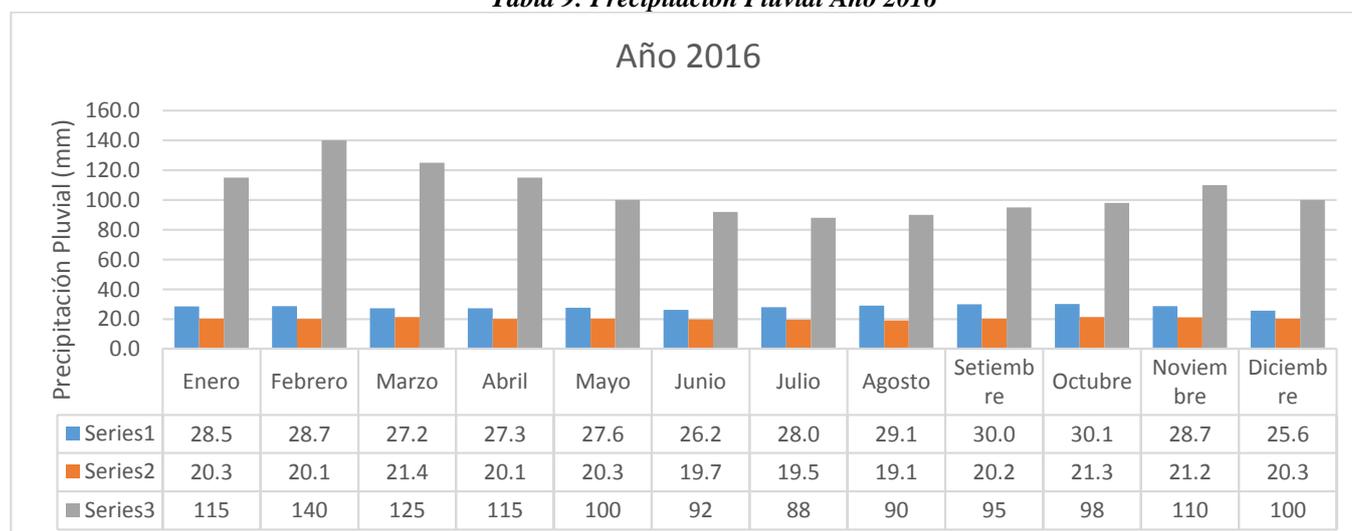
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Precipitación Pluvial Año 2015



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Precipitación Pluvial Año 2016



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Precipitación Pluvial Año 2017



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Precipitación Pluvial Año 2018

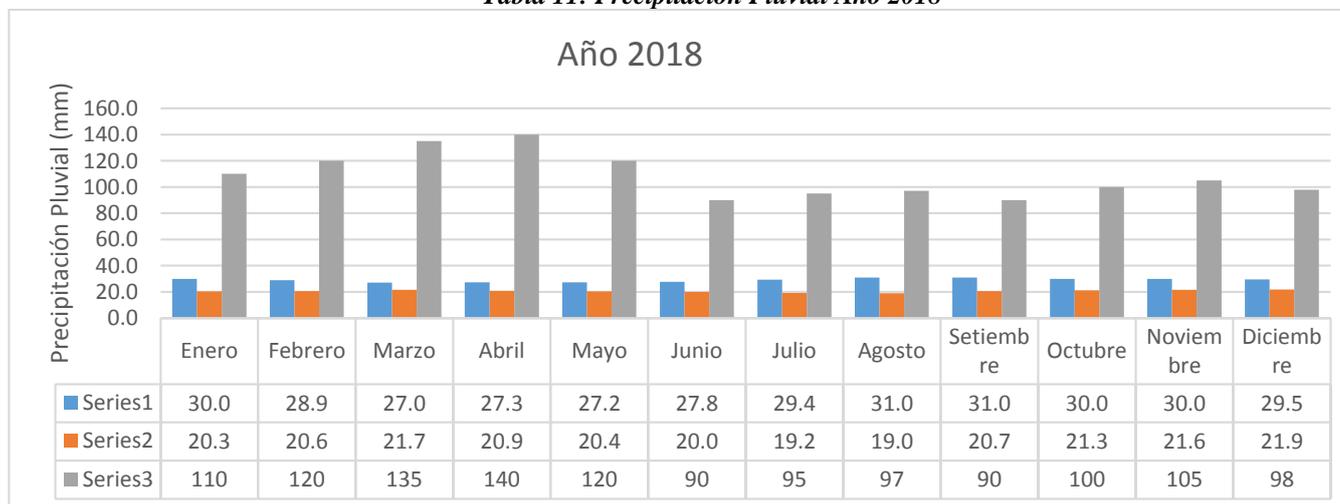
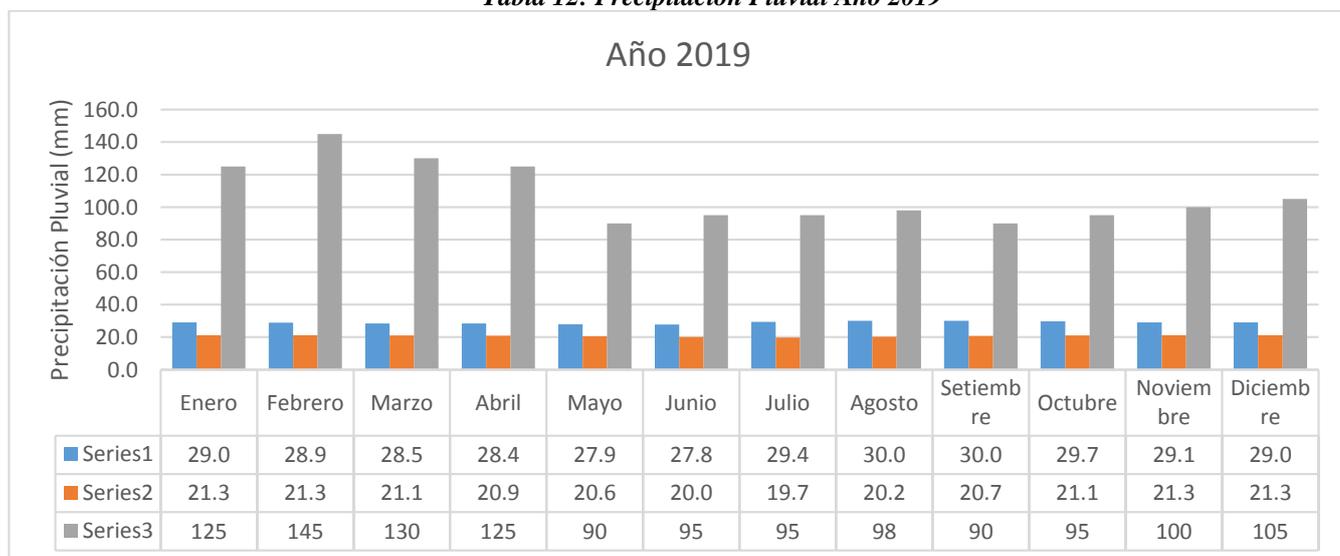
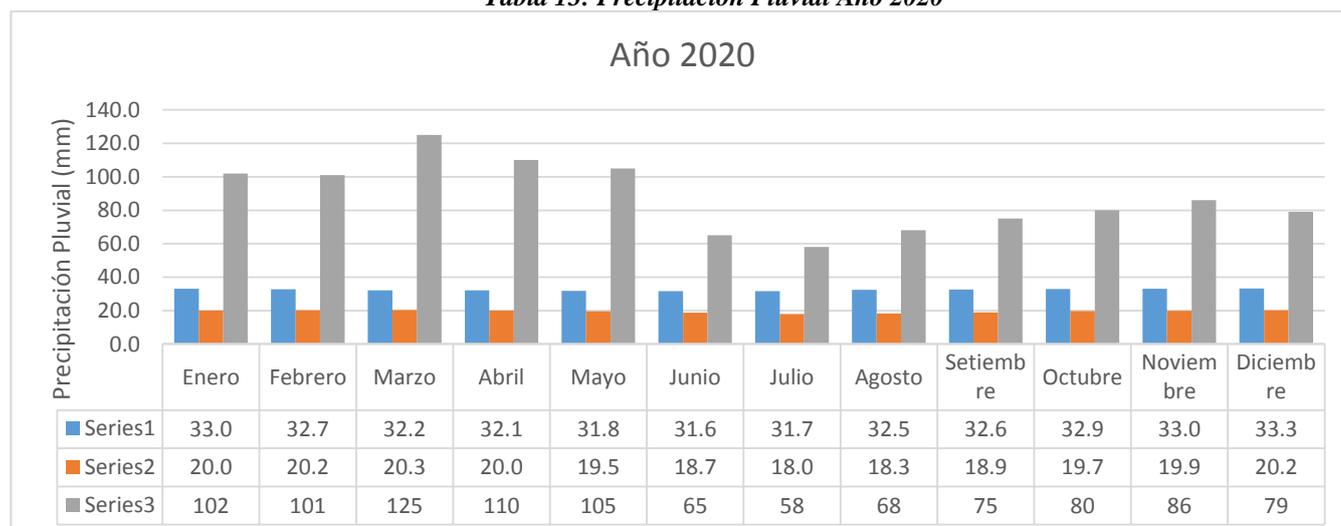


Tabla 12: Precipitación Pluvial Año 2019



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Precipitación Pluvial Año 2020



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Resultado del Conteo Vehicular

RESULTADO DEL CONTEO VEHICULAR			
Tipo de Vehículo		IMDa	%
AUTOMOVIL		855	30.00%
CAMIONETA		713	25.00%
CAMIONETA RURAL		442	15.50%
AUTOS		285	10.00%
CAMION	2E	114	4.00%
	3E	171	6.00%
SEMYTRAYLER	2S2	43	1.50%
	2S3	29	1.00%
MOTOCAR		200	7.00%
TOTAL		2850	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

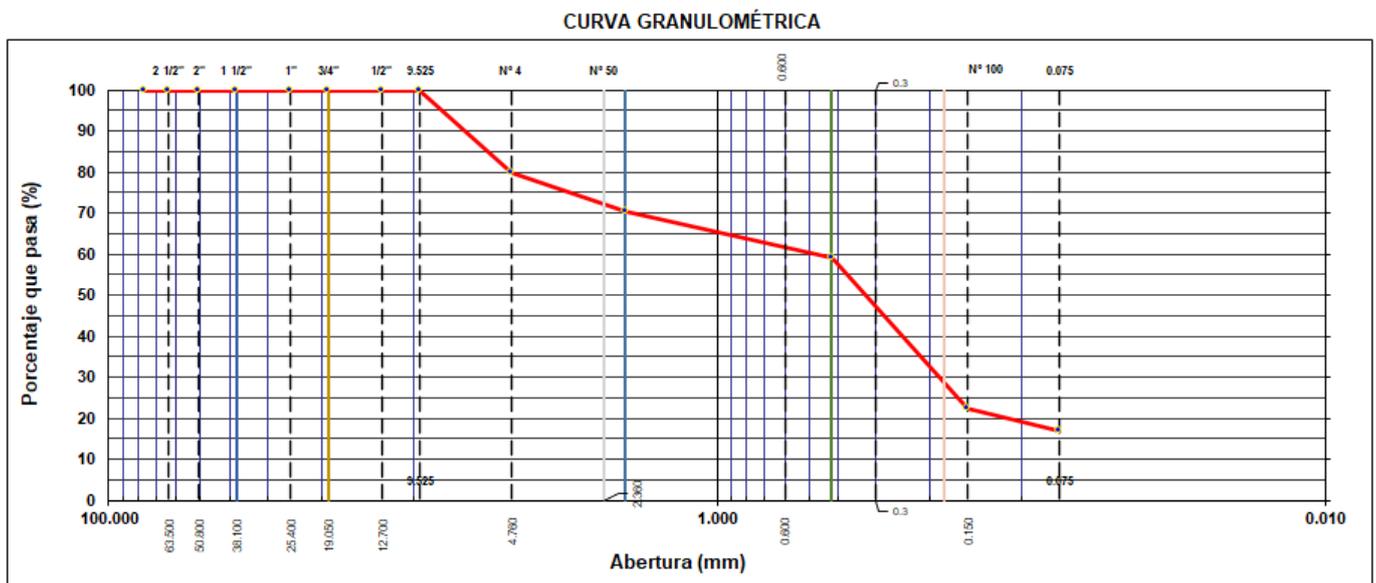
4.6. PROPUESTA DE DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO SLURRY SEAL TIPO III

Tabla 15: Caracterización de Agregados para el Mortero Asfáltico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PASA %	ESPECIFICACIONES SLURRY SEAL TIPO III		TOLERANCIA %
3/8"	9.525	100.00	100		
# 4	4.76	80.00	70	90	5%
# 8	2.36	70.40	48	70	5%
# 16	1.19	65.46	28	50	5%
# 30	0.6	61.94	19	34	5%
# 50	0.3	48.61	12	25	4%
# 100	0.15	22.21	7	18	3%
# 200	0.075	17.07	5	15	2%
< # 200	(ASTM C-182)	0.00			

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 8: Curva Granulométrica



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: métodos de Ensayos de Granulometría

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES	RESULTADO
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	MINIMO 45%	82.90%
Azul de Metileno	ISSA TB 145	-	6 mg/gr
Peso Unitario Suelto	ASTM C 29	-	1733 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Característica de la Emulsión Asfáltica

ENSAYO	METODO	UNIDAD	ESPECIF.	RESULTADO
Residuo Asfáltico	MTC E 411	%	Mínimo 57	60.5
Penetración (25°C, 100g, 5 seg)	MTC E 304	dmm	40 – 90	75
Ductilidad (25°C, 5cm/min)	MTC E 306	cm	Mínimo 40	90

Fuente: Tipo de emulsión: Emulsión Catiónica Convencional de Rotura Lenta (CSS-1h)

Tabla 18: Resultado Análisis de Agua

PROCEDENCIA	ESPECIFICACIONES		RESULTADO	
	PH	DUREZA	PH	DUREZA
De la zona	(6 – 8)	Máximo 366 ppm	8	150 ppm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Contenido Teórico de Asfalto

EMULSIÓN TEÓRICA (%)	AGUA (%)	FILER (%)
15.3	6.0	1.0

Asfalto teórico en base a la granulometría : 9.3%
 Emulsión asfáltica teórico calculada : 15.5%

Calidad de Mezcla

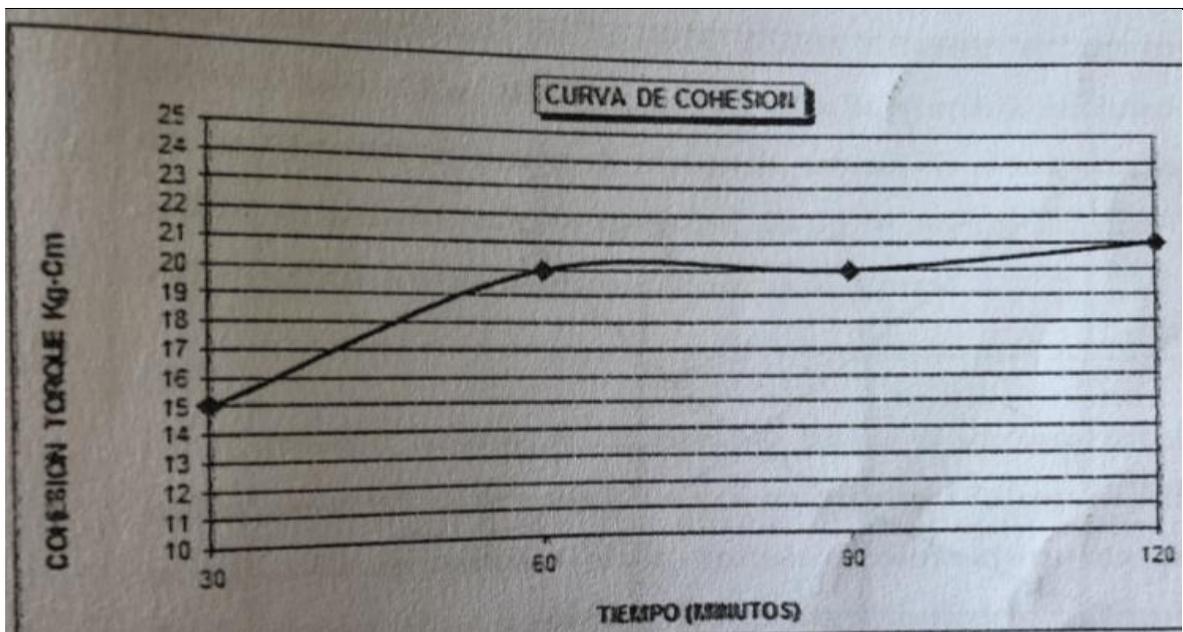
A partir del contenido teórico de emulsión y teniendo en cuenta la manejabilidad de la mezcla con el agregado, se fabricaron moldes para someterlos a las pruebas de:

- Rueda cargada (ISSA TB 109)
- Abrasión en húmedo (ISSA TB 100)
- El porcentaje de agua que se indica es la añadida al agregado
- Filler: Cemento Portland
- Tiempo de mezclado > 180 segundos
- Porcentaje en paso del agregado seco

Tabla 20: Cohesión

Temperatura Laboratorio	% Emulsión	% Agua	% Filler	Tiempo de Mezclado (segundos)	Cohesión (kg/cm)	
					30min	60min
22°C – 25°C aprox.	13.2	7.0	1.0	>180	15	20

Ilustración 9: Tiempo de rotura bajo condición de laboratorio 4.0 horas



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Especificaciones

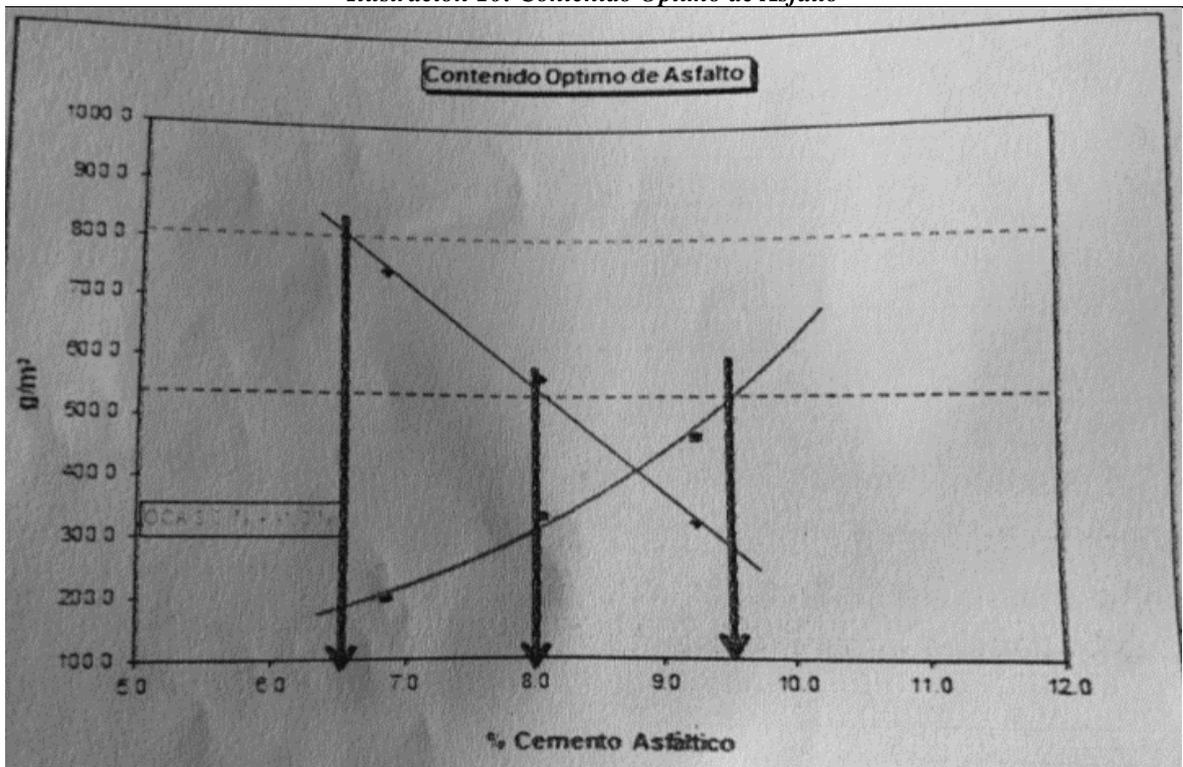
ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES
Tiempo de Mezclado	ISSA TB 113	Mínimo 180 seg
WTAT	ISSA TB 100	Máximo 807 g/m ²
IWT	ISSA TB 109	Máximo 538 g/m ²

Fuente: Elaboración Propia

4.7. RESULTADOS

Asfalto (%)	Emulsión (%)	WTAT (g/m ²)	IWT (g/m ²)
6.8	11.3	747.8	199.6
8.0	13.3	566.5	334.8
9.3	15.3	323.4	467.0

Ilustración 10: Contenido Optimo de Asfalto



4.8. DISCUSIÓN

Existe la necesidad de obtener soluciones en el tiempo más breve de acuerdo a la disponibilidad de recursos y exigencias del Sistema Vial regional, el mismo que lleva a proponer la aplicación y el uso de Mortero Asfáltico con emulsión asfáltica como una alternativa de mejoramiento de la estructura pavimento flexible existente, constituido por una solución 13.20% de Emulsión Asfáltica, entre 130°C, con Filler al 1% (Cemento 27 kg/m³ y agua al 7%).

Se propone realizar el mejoramiento de la estructura de pavimento a base de material Over, base estabilizada con emulsión asfáltica y mortero asfáltico desde el km 0+000 – km 6+000, para la cual se ha recopilado información existente que corresponde al estudio de topografía, estudio de suelos, estudio de tráfico, análisis de granulometría de agregados, diseño de mortero asfáltico, diseño de la base estabilizada y las condiciones climáticas de la zona.

En el presente informe de Investigación, se plantea la adecuada utilización de las emulsiones asfálticas de rotura lenta en el mejoramiento de la estructura del pavimento flexible y en la colocación del mortero asfáltico, teniendo en cuenta ciertas consideraciones de diseño como también la adecuada dosificación, obteniendo resultados favorables, considerándolas condiciones climáticas. Además, el costo es menor comparándolo con otros tipos de asfalto.

Se presentan recomendaciones importantes que deberán tomarse en cuenta para llevar a cabo la ejecución del proyecto a fin de obtener buenos resultados.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

4.1.1 De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye, aplicar en la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martin, progresiva Km 0+000 – km 6+000 lo siguiente:

- Diseño de Slurry Seal Tipo III
- Cantidad óptima de emulsión asfáltica CSS-1h: 13.2% (Rango de tasa de aplicación: 11.6% a 14.9%)
- Cantidad de agua: 7.0%
- Cantidad de Filler (cemento portland TIPO I): 1.0%

El agregado cumple con la gradación TIPO III, considerando las tolerancias de la Especificación ISSA.

Además, se debe indicar, que las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio, se debe tener en cuenta, que durante la aplicación en campo se puede requerir algunos ajustes al diseño, debido a variaciones atmosféricas.

4.1.2 Con la aplicación de la Estructura del pavimento flexible propuesto, se puede ampliar el periodo de servicio de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martin, como una alternativa económica, hasta que dicha vía adquiera un presupuesto de obra, para el cambio de los tramos indicados en la evaluación, a nivel de un pavimento mediante el Método AASHTO.

4.1.3 La aplicación en la estructura del pavimento flexible de mortero asfáltico, no afecta el diseño geométrico de la actual vía Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martin, en la progresiva km 0+000 – km 6+000 por lo tanto son aspectos independientes.

5.2. RECOMENDACIONES:

Implementar prácticas de campo dirigidas para el mejoramiento y la conservación de la carpeta asfáltica, para definir con mayor precisión los aspectos que son materia de investigación, con relación a los temas propuestos.

Se recomienda un monitoreo continuo de la Carretera Morales – San Pedro de Cumbaza – San Martín, en toda su longitud, ya que esto sirve para establecer un ritmo de deterioro del pavimento y a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía, para así conservar el estado de la vía.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Puentes. Manual de Diseño de Puentes Pág. 44-45.
- Jorge Fernando Silva Guerra. 2012. UNSM-EAPIC/Pavimento. Pag.19
- Ing. Mg. Luis Paredes Rojas – Universidad Nacional de San Martín. Curso de Pavimento – 2008.
- Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Pág. 23-24.
- Manual Centroamericano para el diseño de Pavimentos. Pág.16.
- Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Pág.3
- Ing. Alfonso Montejo Fonseca - Ingeniería de Pavimentos para Carreteras.
- MTC (2014), Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos. Lima.
- Aldazabal,K. (2012). Estudio comparativo de metodologías de relevamiento superficial de fallas de pavimentos asfálticos. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil – Universidad Rafael Urdaneta – Venezuela).
- Mori, D. (2018). Estudio Comparativo de las fallas de pavimento asfáltico y mantenimiento y/o conservación vial del MTC en la Av. Pedro Beltrán – Ventanilla.

ANEXOS

Calicata 01



PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 1 LADO: DERECHA

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.1	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.30	E-2		Grava pobremente gradada con arena y poco o nada de finos	GP
0.30	1.50	E-3		Arcilla inorganica, de baja plasticidad, material de consistencia plastica blanda y de color rojizo	CL A-6 (8)

Observaciones:					
% Pasa N° 4	100.0		L.L.	35.6	Indice Consistencia = 0.81
% Pasa N° 200	61.0		L.P.	15.5	Compacto
% H. Natural	19.4		I.P.	20.1	CBR INSITU = 3.70 %

Fuente: Elaboración Propia



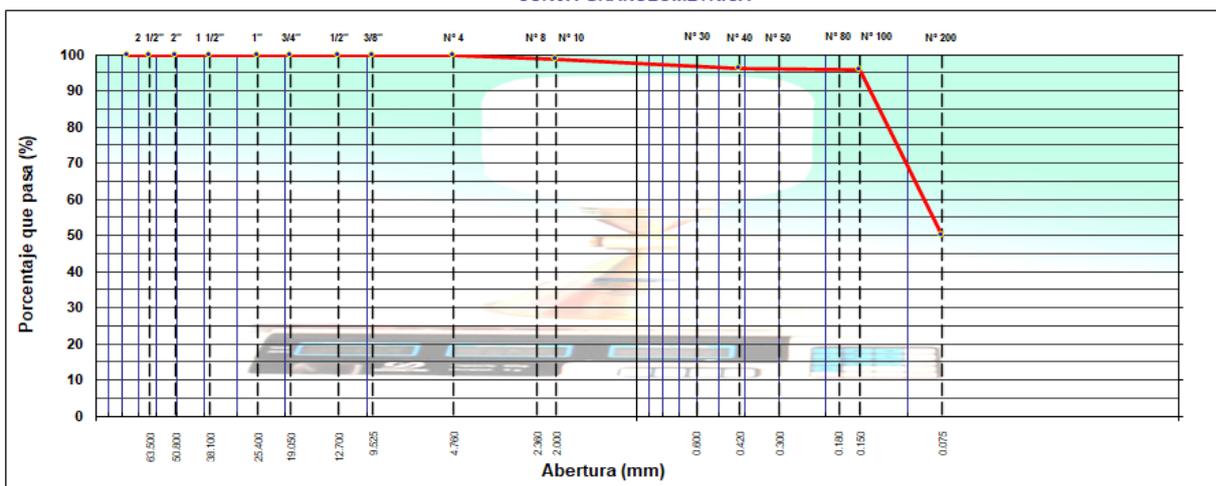
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 1 - M - 01 PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin FECHA : Feb-21 DEL KM : 00+500 AL KM :
CARRIL : DERECHO	

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	SPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 500.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 252.3 gr
2"	50.800						PESO FINO = 500.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 35.77 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = 20.37 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = 15.40 %
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO = A-6 (4)
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS = SC
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco P.S. Lavado % 200
# 4	4.760				100.0		
# 8	2.360						% Grava = 0.0 %
# 10	2.000	8.0	1.2	1.2	98.8		% Arena = 50.1 %
# 30	0.600	0.4		1.3	98.7		% Fino = 49.9 %
# 40	0.420	13.0	2.6	3.9	96.1		
# 50	0.300						P.S.H = 1200.3
# 80	0.180						P.S.S = 999.5
# 100	0.150	0.9	0.2	4.1	95.9		AGUA = 200.9
# 200	0.075	230.0	46.0	50.1	49.9		PESO TARRO = 999.5
< # 200	FONDO	247.7	49.5	99.6	0.4		SUELO SECO = 999.5
							% HUMEDAD = 20.1
FRACCIÓN		500.0					Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura = - 2.3
Descripción suelo: Arena arcillosa							Pot. de Expansión = - Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

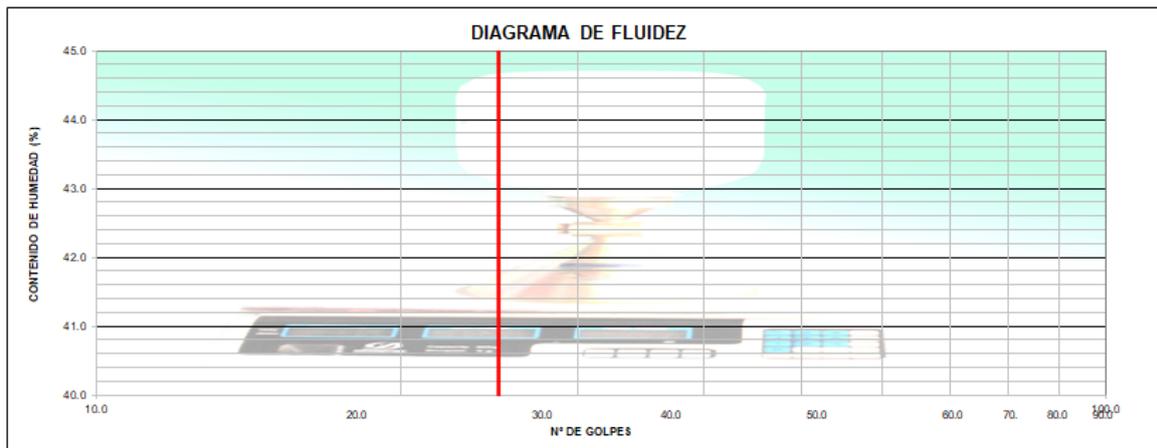
TESIS : "EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 1 - M - 01 PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM : 00+500 AL KM :
CARRIL : DERECHO	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	11	12	7
TARRO + SUELO HÚMEDO	34.25	33.38	4.37
TARRO + SUELO SECO	31.18	31.97	31.27
AGUA	3.07	3.41	3.30
PESO DEL TARRO	42.31	42.55	42.38
PESO DEL SUELO SECO	8.87	9.42	8.89
% DE HUMEDAD	34.61	36.16	37.12
Nº DE GOLPES	33	23	18

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	16	14
TARRO + SUELO HÚMEDO	44.68	44.11
TARRO + SUELO SECO	43.39	43.36
AGUA	1.29	0.75
PESO DEL TARRO	38.30	38.49
PESO DEL SUELO SECO	5.09	4.87
% DE HUMEDAD	25.34	15.40



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	35.77
LÍMITE PLÁSTICO	20.37
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.40

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia

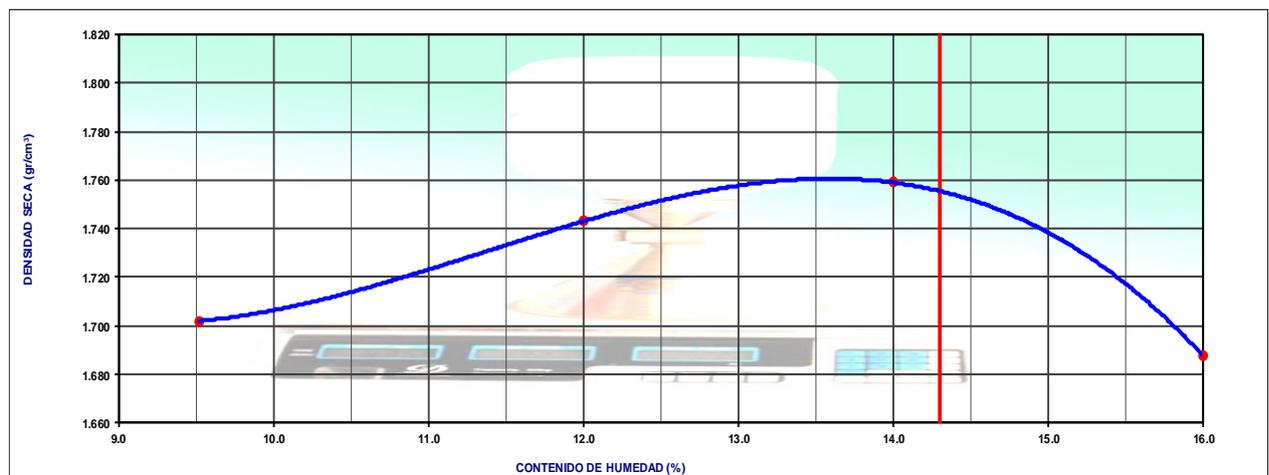


ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
 MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C-1 - M - 01 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespín JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 00+500 AL KM :

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56				
NUMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5658	5719	5738	5787	
PESO DE MOLDE (gr)	3717	3717	3717	3717	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1941	2002	2021	2070	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.831	1.967	2.023	1.976	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.702	1.743	1.759	1.688	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nº	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	267.50	318.30	299.00	291.50	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	23.00	21.00	37.00	43.00	
PESO DE SUELO SECO (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.52	12.00	14.00	16.00	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.891		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.30

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 1 - M - 01 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 00+500 AL KM :
--	--

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

		1	2	3
Molde N°		1	2	3
N° Capa		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
		SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	13093	12473	12051
Peso de molde	(gr)	8424	8060	7805
Peso del suelo húmedo	(gr)	4669	4413	4246
Volumen del molde	(cm3)	2302	2290	2325
Densidad húmeda		2.028	1.927	1.826
Humedad	(%)	13.11	13.14	13.15
Densidad seca		1.793	1.703	1.614
Tarro N°		-	-	-
Tarro + Suelo húmedo		441.40	342.20	350.00
Tarro + Suelo seco	(gr)	390.23	302.45	309.32
Peso del Agua	(gr)	51.17	39.75	40.68
Peso del tarro	(gr)			
Peso del suelo seco		390.23	302.45	309.32
Humedad	(%)	13.11	13.14	13.15
Promedio de Humedad	(%)	13.11	13.14	13.15

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/02/2021	1:40:00 p. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
02/02/2021	1:40:00 p. m.	24	22.0	0.559	0.440	30.0	0.762	0.600	38.0	0.965	0.760
03/02/2021	1:40:00 p. m.	48	42.0	1.067	0.840	52.0	1.321	1.040	62.0	1.575	1.240
04/02/2021	1:40:00 p. m.	72	59.0	1.499	1.180	65.0	1.651	1.300	75.0	1.905	1.500
05/02/2021	1:40:00 p. m.	96	70.0	1.778	1.400	76.0	1.930	1.520	95.0	2.413	1.900

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		35	2			20	1			16	1		
0.050		79	4			51	2			39	2		
0.075		147	7			98	5			65	3		
0.100	70.00	195	10	9.88	14.1	130	6	6.54	9.3	87	4	4.44	6.3
0.150		348	17			232	11			155	8		
0.200	104	495	24	24.29	23.4	330	16	16.21	15.6	220	11	10.78	10.4
0.250		645	32			430	21			287	14		
0.300		780	38			520	25			347	17		
0.400													

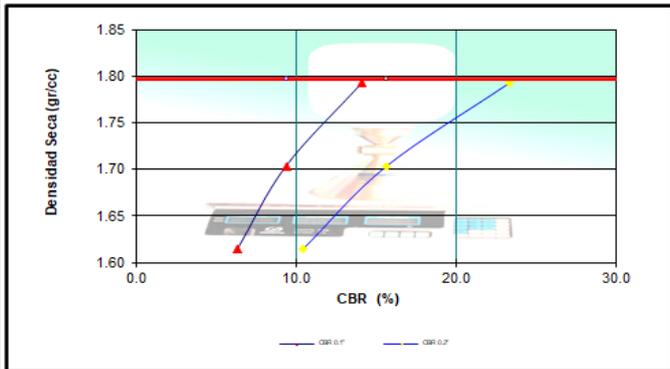
Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"			
	MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		
CALICATA	C - 1 - M - 01	CARRIL:	DERECHO	
PROFUND.	0.30 - 1.50 Mts.	DEL KM.	00+500	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		AL KM	:
		FECHA	Feb-21	
		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis	

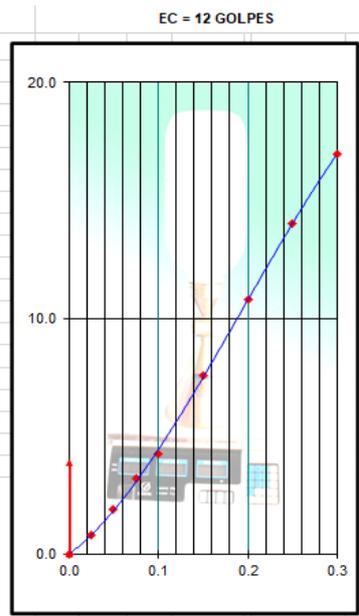
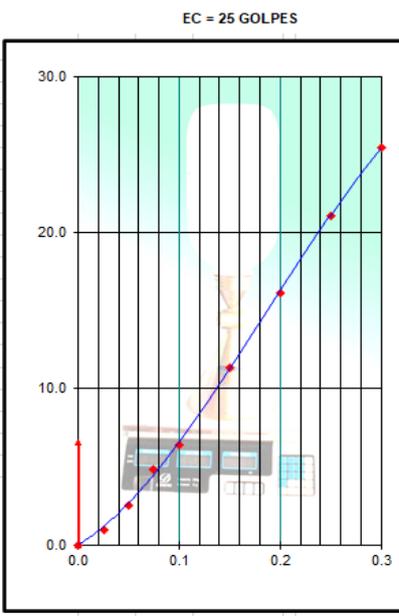
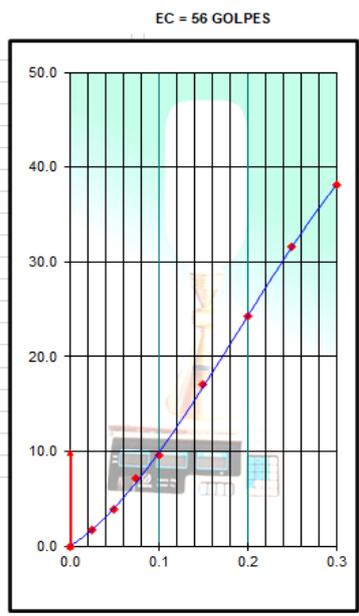
GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.3	0.2":	15.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.891	gr/cc
Óptima Humedad	14.30	%

OBSERVACIONES:
.....
.....
.....



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 02



CONSULTORES & FAMILIARIZADOS S.A.C.
Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto

RUC. 20493813852
Cel: 942932814 - 957909503



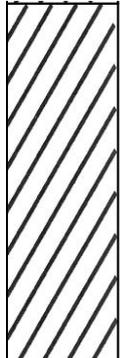
PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 2 LADO: IZQUIERDO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.1	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.70	E-2		Grava limosa de baja plasticidad	GP-GM
0.70	1.50	E-3		Grava con pocos finos gradada	GP A-1-b (0)

Observaciones:					
% Pasa N° 4	100.0		L.L	38.5	Indice Consistencia = 1.18
% Pasa N° 200	86.8		L.P.	14.9	Estable
% H. Natural	10.6		I.P.	23.6	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



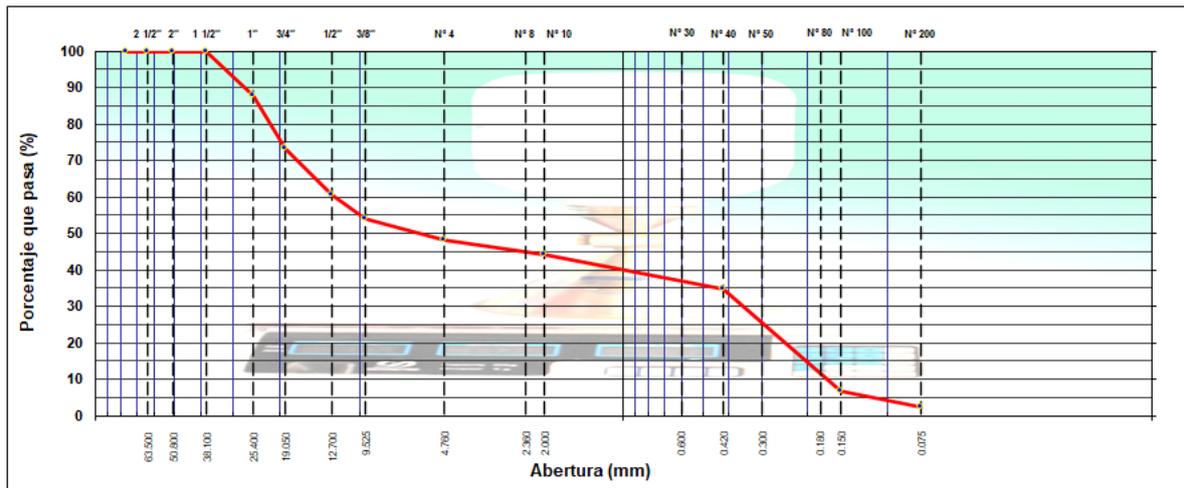
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		FECHA	Feb-21	
CALICATA	C - 2 - M - 02	CARRIL:	DERECHO	DEL KM	01+000
PROFUND.	0.70 - 1.50 Mts.		AL KM	:	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q ^o PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	515.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	712.9 gr	
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr	
1 1/2"	38.100				100.0		LÍMITE LÍQUIDO	=	27.34 %	
1"	25.400	695.0	12.1	12.1	87.9		LÍMITE PLÁSTICO	=	16.31 %	
3/4"	19.050	852.0	14.8	26.9	73.1		ÍNDICE PLÁSTICO	=	11.03 %	
1/2"	12.700	732.0	12.7	39.6	60.4		CLASF. AASHTO	=	A-2-6 (0)	
3/8"	9.525	365.0	6.3	45.9	54.1		CLASF. SUCCS	=	GP	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	345.0	6.0	51.9	48.1		% Grava	=	2983.0 %	
# 8	2.360		0.0	51.9			% Arena	=	2761.0 %	
# 10	2.000	65.3	3.8	55.7	44.3		% Fino	=	832.5 %	
# 30	0.600	42.4		58.1	41.9		P.S.H		1200.3	
# 40	0.420	125.3	7.2	65.3	34.7		P.S.S		999.5	
# 50	0.300						AGUA		200.9	
# 80	0.180						PESO TAPRO			
# 100	0.150	486.0	28.0	93.3	6.7		SUELO SECO		999.5	
# 200	0.075	73.5	4.2	97.5	2.5		% HUMEDAD		20.1	
< # 200	FONDO	40.0	2.3	100	0.2					
FRACCIÓN		3,821.5					Coef. Uniformidad		3834	Índice de Consistencia
TOTAL		515.0					Coef. Curvatura		0.2	2.5
Descripción suelo:	Grava pobremente gradada con arena						Pot. de Expansión		Bajo	Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

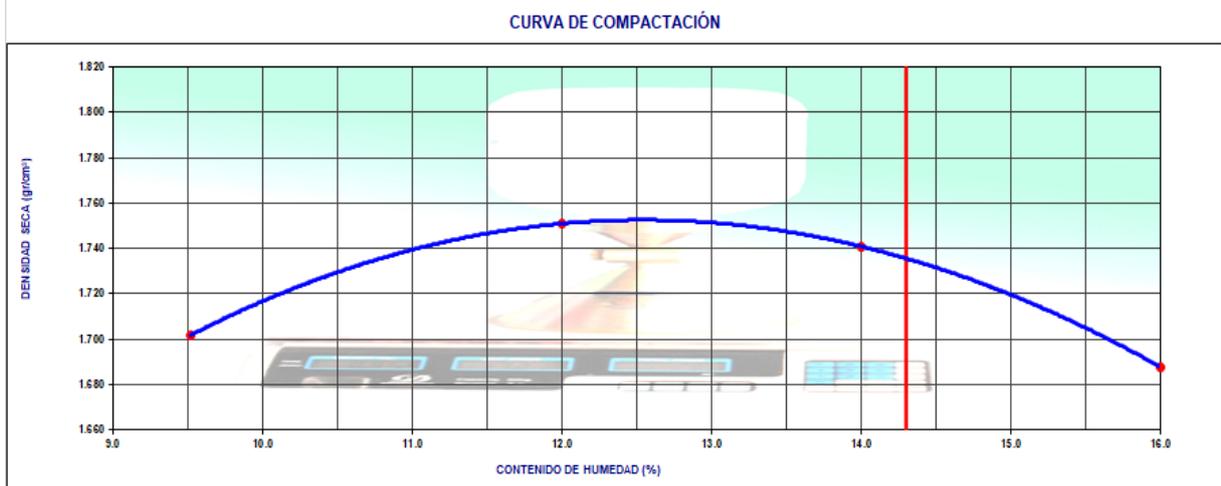
Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTCE 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 2 - M - 02 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.70 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 01+000 AL KM :
---	--

COMPACTACION					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5658	5719	5738	5787	
PESO DE MOLDE (gr)	3717	3717	3717	3717	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1941	2002	2021	2070	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.831	1.967	2.023	1.976	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.702	1.751	1.741	1.688	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	267.50	318.30	299.00	291.50	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	23.00	21.00	37.00	43.00	
PESO DE SUELO SECO (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.52	12.00	14.00	16.00	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.891	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.30	



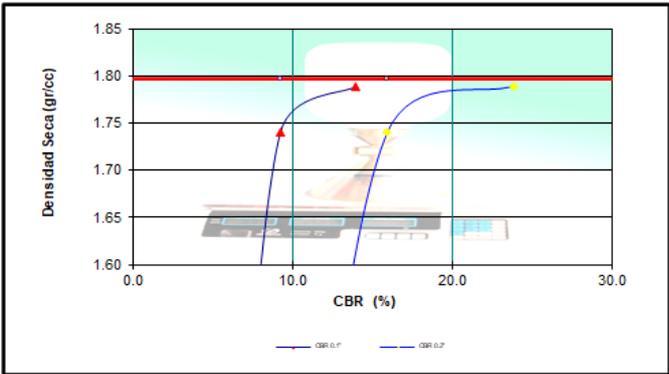
Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTCE 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		
	FECHA : Feb-21 HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin, JULÓN FLORES, José Luis		
MATERIAL	: TERRENO DE FUNDACION		
CALICATA	: C - 2 - M - 02	CARRIL:	DERECHO
PROFUND.	: 0.70 - 1.50 Mts.		
UBICACIÓN	: CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		
	DEL KM.	: 01+000	
	AL KM.	:	

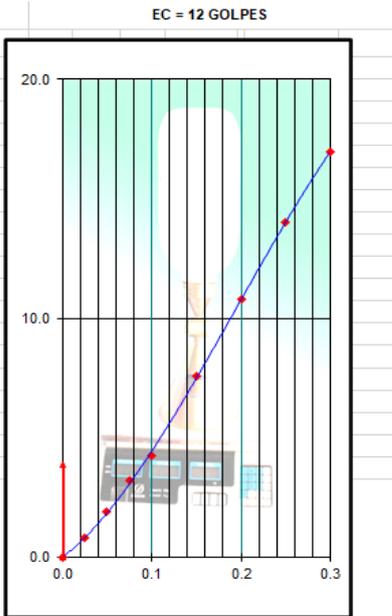
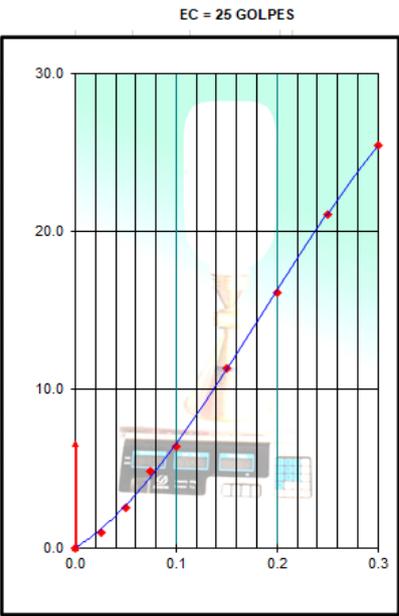
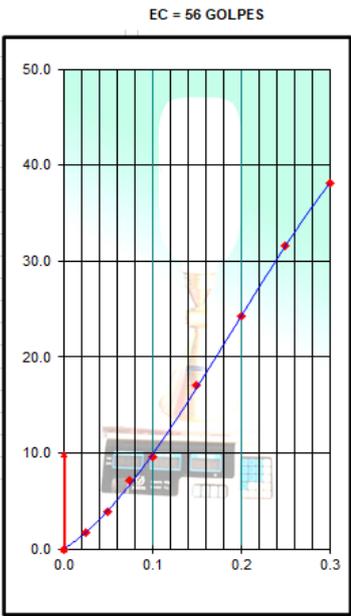
GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.9	0.2":	23.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.2	0.2":	15.9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.891	gr/cc
Óptima Humedad	14.30	%

OBSERVACIONES:
.....
.....
.....



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 03



CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto

RUC. 20493813952
Cel: 942932814 - 957909503



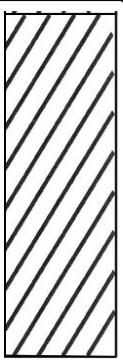
PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 3 LADO: DERECHO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.80	E-2		Arena limosa de baja plasticidad con presencia de grava	GP
0.80	1.50	E-3		material granular mezclada con grava pobremente gradada con arena	GP A-1-a (0)

Observaciones:					
% Pasa N° 4	100.0		L.L.	33	Indice Consistencia = 0.81
% Pasa N° 200	75.5		L.P.	17	Compacto
% H. Natural	20.1		I.P.	14	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



RUC: 20493813852
Cel: 942932814 - 957909503

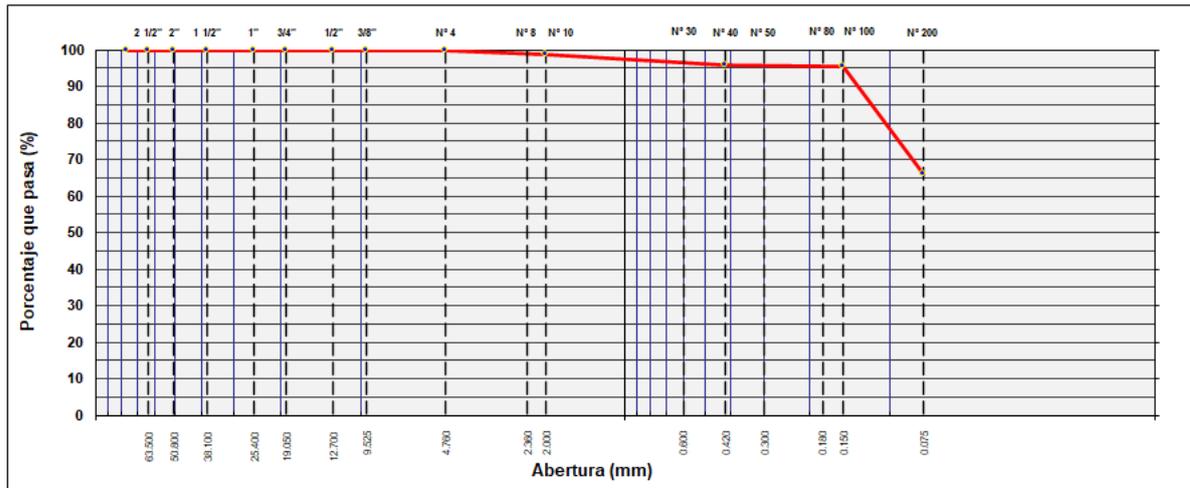
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -3 - M - 03 PROFUND. : 0.80 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM : 01+500 AL KM :
CARRIL: DERECHO	

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0	gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	171.7	gr	
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0	gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	35.79	%	
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	70.46	%	
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	-34.67	%	
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-4	[6]	
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS	=	ML		
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S. Seco. : P.S. Lavado	% 200		
# 4	4.760				100.0						
# 8	2.360						% Grava	=	0.0	%	
# 10	2.000	7.5	1.2	1.2	98.8		% Arena	=	34.0	%	
# 30	0.600	0.8		1.4	98.6		% Fino	=	66.0	%	
# 40	0.420	14.5	2.9	4.3	95.7		P.S.H		1210.3		
# 50	0.300						P.S.S		1000.5		
# 80	0.180						AGUA		209.9		
# 100	0.150	0.9	0.2	4.4	95.6		PESO TARRO				
# 200	0.075	148.0	29.6	34.0	66.0		SUELO SECO		1000.5		
< # 200	FONDO	328.3	65.7	100	0.3		% HUMEDAD		21.0		
FRACCIÓN		500.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia	
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura	-		-1.0	
Descripción suelo: Limo arenoso de baja plasticidad								Pot. de Expansión			Líquido

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



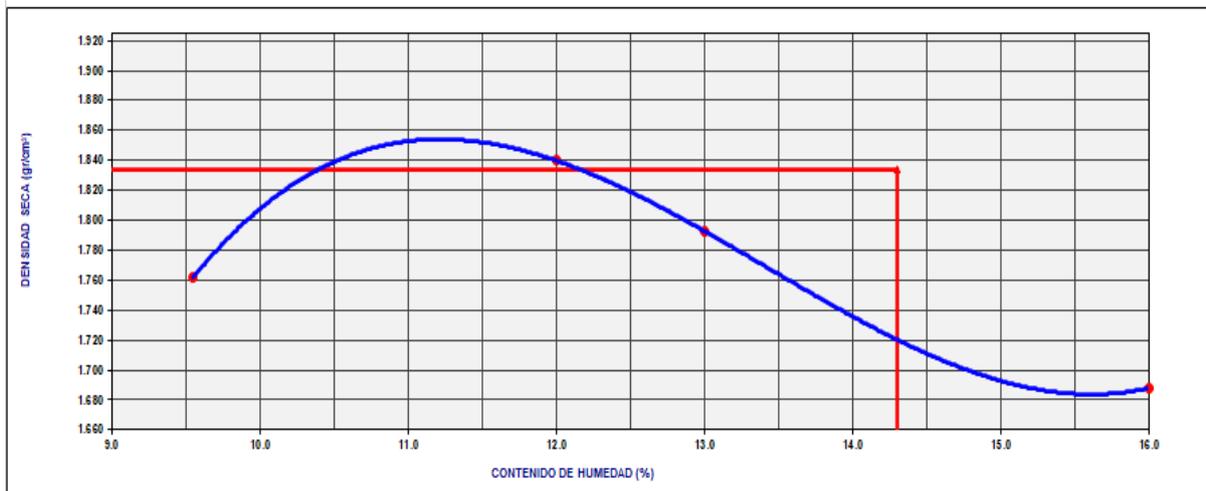
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -3 - M - 03 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.80 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 01+500 AL KM :
---	--

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5529	5622	5687	5663
PESO DE MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1809	1902	1967	1943
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.831	1.967	2.023	1.976
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.762	1.840	1.793	1.688
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	267.50	318.30	299.00	291.50
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	23.00	21.00	37.00	43.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.55	12.00	13.00	16.00
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.834		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 14.30	

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION	FECHA : Feb-21	
CALICATA : C -3 - M - 03	DEL KM. : 01+500	
PROFUND. : 0.80 - 1.50 Mts.	AL KM :	
UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra		1		2		3	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°		1		2		3	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12990		12393		12150	
Peso de molde	(gr)	8424		8060		7805	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4566		4333		4345	
Volumen del molde	(cm3)	2302		2290		2325	
Densidad húmeda		1.983		1.892		1.869	
Humedad	(%)	13.11		13.14		13.15	
Densidad seca		1.753		1.672		1.652	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		441.40		342.20		350.00	
Tarro + Suelo seco	(gr)	390.23		302.45		309.32	
Peso del Agua	(gr)	51.17		39.75		40.68	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		390.23		302.45		309.32	
Humedad	(%)	13.11		13.14		13.15	
Promedio de Humedad	(%)	13.11		13.14		13.15	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/02/2021	3:10:00 p. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
06/02/2021	3:10:00 p. m.	24	22.0	0.559	0.440	30.0	0.762	0.600	38.0	0.965	0.760
07/02/2021	3:10:00 p. m.	48	42.0	1.067	0.840	52.0	1.321	1.040	62.0	1.575	1.240
08/02/2021	3:10:00 p. m.	72	59.0	1.499	1.180	65.0	1.651	1.300	75.0	1.905	1.500
09/02/2021	3:10:00 p. m.	96	70.0	1.778	1.400	76.0	1.930	1.520	95.0	2.413	1.900

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		35	0			10	0			20	0		
0.025		55	3			25	1			25	1		
0.050		90	4			35	2			39	2		
0.075		125	6			45	2			43	2		
0.100	70.00	200	10	9.88	14.1	53	3	6.54	9.3	53	3	4.44	6.3
0.150		305	15			67	3			65	3		
0.200	103	400	20	24.29	23.6	77	4	16.21	15.7	78	4	10.78	10.5
0.250		510	25			90	4			89	4		
0.300		600	29			94	5			100	5		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR

MTCE 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA
MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C -3 - M - 03

PROFUND. : 0.80 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

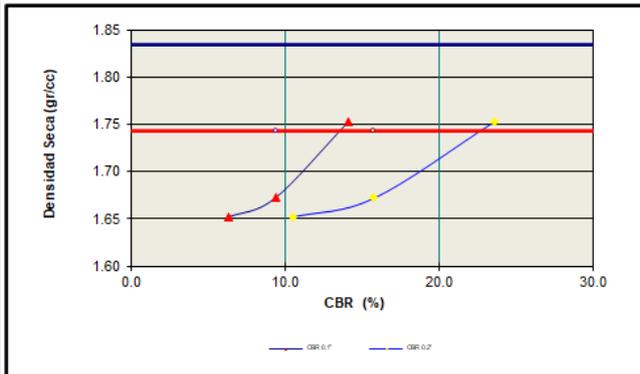
CARRIL: DERECHO

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
Clever Crespin
JULÓN FLORES,
José Luis

DEL KM. : 01+500

AL KM. :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

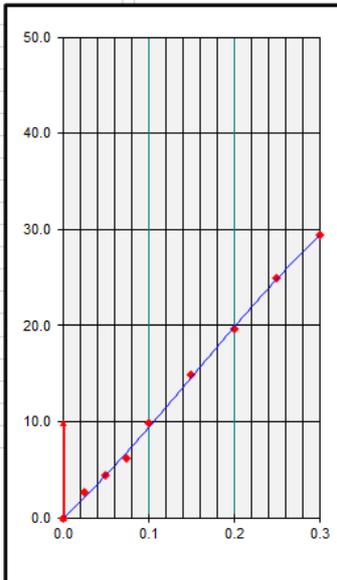


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.1	0.2": 23.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 9.3	0.2": 15.7

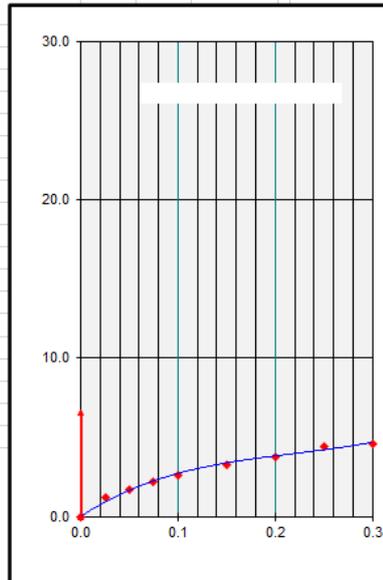
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.834	gr/cc
Óptima Humedad	14.30	%

OBSERVACIONES:

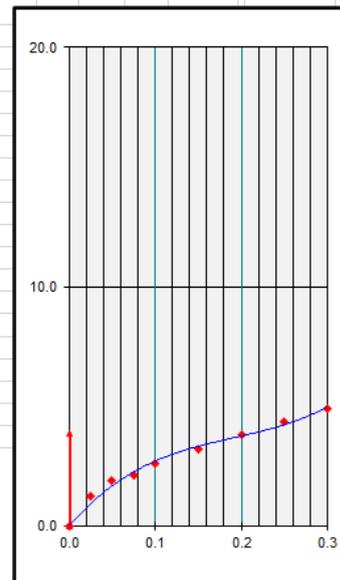
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 04



RUC: 20493813852
Cel: 942932814 - 957909803

PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 4 LADO: IZQUIERDO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.50	E-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad	GC
0.50	1.50	E-3		Arcilla organica de alta plasticidad, arcillas grasas	GC A-7-6 (18)

Observaciones:					
% Pasa N° 4	100.0		L.L.	28.55	Indice Consistencia = 1.25
% Pasa N° 200	64.2		L.P.	16.34	Estable
% H. Natural	13.3		I.P.	12.21	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



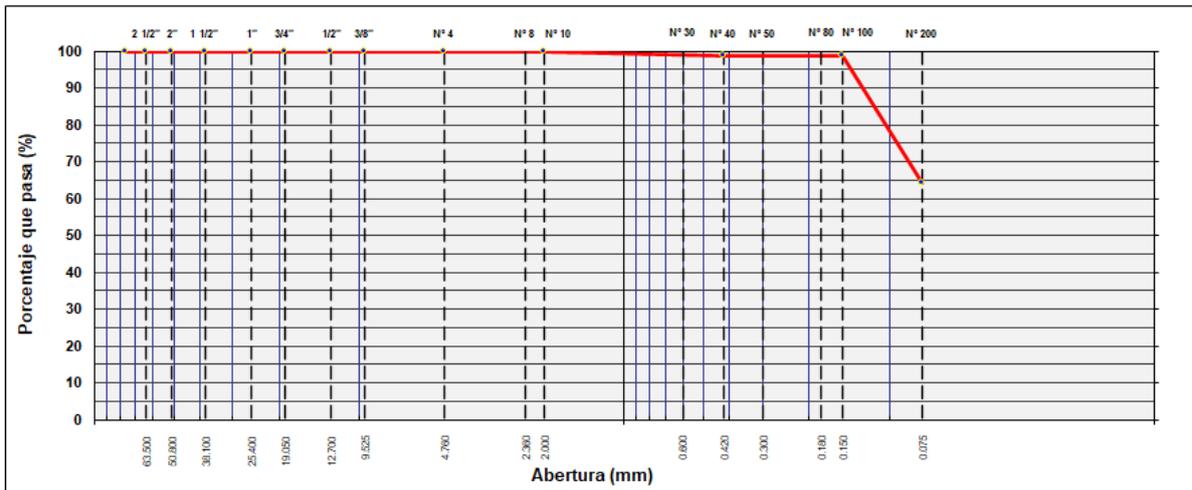
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION			JULÓN FLORES, José Luis	
CALICATA	C - 4 - M - 04	CARRIL:	DERECHO	FECHA	Feb-21
PROFUND.	0.50 - 1.50 Mts.		DEL KM	02+000	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		AL KM		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	53.9	gr
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0	gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	31.66	%
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	20.37	%
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	11.29	%
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6	6
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS	=	CL	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760				100.0					
# 8	2.360						% Grava	=	0.0	%
# 10	2.000	1.5	0.2	0.2	99.8		% Arena	=	35.8	%
# 30	0.600	0.0		0.2	99.8		% Fino	=	64.2	%
# 40	0.420	6.5	0.9	1.2	98.8		P.S.H		1200.3	
# 50	0.300						P.S.S		999.5	
# 60	0.180						AGUA		200.9	
# 100	0.150	0.0	0.0	1.2	98.8		PESO TARRO			
# 200	0.075	240.9	34.6	35.8	64.2		SUELO SECO		999.5	
< # 200	FONDO	446.1	64.2	100.0	0.0		% HUMEDAD		20.1	
FRACCIÓN		695.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura	-		2.8
Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad							Pot. de Expansión	Bajo		Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION	FECHA : Feb-21	
CALICATA : C -4 - M - 04	DEL KM. : 02+000	
PROFUND. : 0.50 - 1.50 Mts.	AL KM :	
UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

		12		14		13	
Molde N°		5		5		5	
N° Capa		56		25		12	
Golpes por capa N°							
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12285		12725		12005	
Peso de molde	(gr)	8260		8578		8090	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4025		4147		3915	
Volumen del molde	(cm3)	2290		2144		2310	
Densidad húmeda		1.758		1.934		1.695	
Humedad	(%)	9.17		42.17		37.40	
Densidad seca		1.610		1.360		1.234	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		426.00		430.00		425.00	
Tarro + Suelo seco	(gr)	390.23		302.45		309.32	
Peso del Agua	(gr)	35.77		127.55		115.68	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		390.23		302.45		309.32	
Humedad	(%)	9.17		42.17		37.40	
Promedio de Humedad	(%)	9.17		42.17		37.40	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/02/2021	9:30:00 a. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
12/02/2021	9:30:00 a. m.	24	22.0	0.559	0.440	30.0	0.762	0.600	38.0	0.965	0.760
13/02/2021	9:30:00 a. m.	48	42.0	1.067	0.840	52.0	1.321	1.040	62.0	1.575	1.240
14/02/2021	9:30:00 a. m.	72	59.0	1.499	1.180	65.0	1.651	1.300	75.0	1.905	1.500
15/02/2021	9:30:00 a. m.	96	70.0	1.778	1.400	76.0	1.930	1.520	95.0	2.413	1.900

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 12				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			5	0		
0.025		30	1			25	1			16	1		
0.050		75	4			55	3			39	2		
0.075		155	8			98	5			65	3		
0.100	70.00	185	9	9.88	14.1	130	6	6.54	9.3	87	4	4.44	6.3
0.150		330	16			232	11			155	8		
0.200	104	480	23	24.29	23.4	330	16	16.21	15.6	220	11	10.78	10.4
0.250		600	29			430	21			287	14		
0.300		720	35			520	25			325	16		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA
 : MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C -4 - M - 04 CARRIL: DERECHO

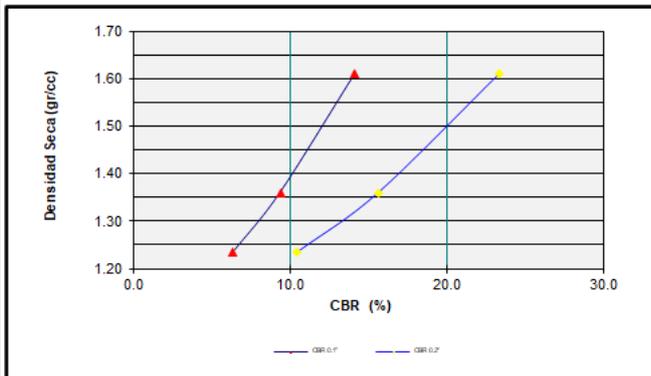
PROFUND. : 0.50 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

FECHA : Feb-21
 HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
 : Clever Crespin
 : JULÓN FLORES,
 : José Luis

DEL KM. : 02+000
 AL KM : :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.3	0.2":	15.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.891	gr/cc
Óptima Humedad	14.30	%

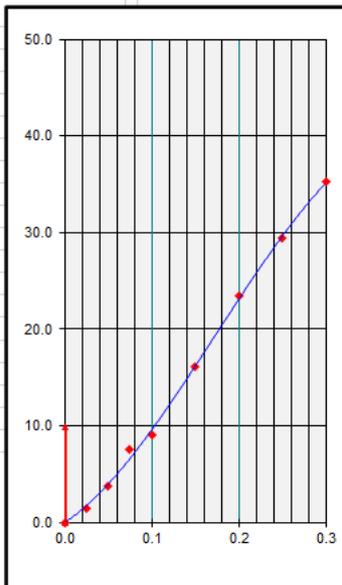
OBSERVACIONES:

.....

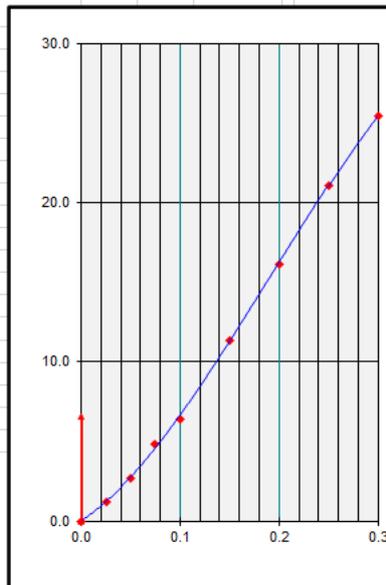
.....

.....

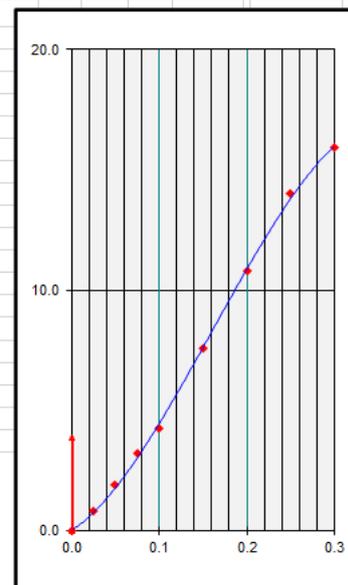
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 05



CONSULTORES & FAMILIARIZADOS S.A.C.
Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto

RUC. 20493813952
Cel: 942932814 - 957909503



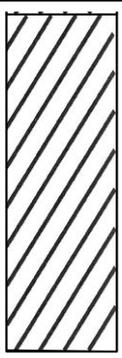
PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 5 LADO: IZQUIERDO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.25	E-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad	GC
0.25	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (4)

Observaciones:

% Pasa N° 4	100.0	L.L	28.55	Indice Consistencia = 1.11
% Pasa N° 200	61.6	L.P.	14.25	Estable
% H. Natural	12.7	I.P.	14.3	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

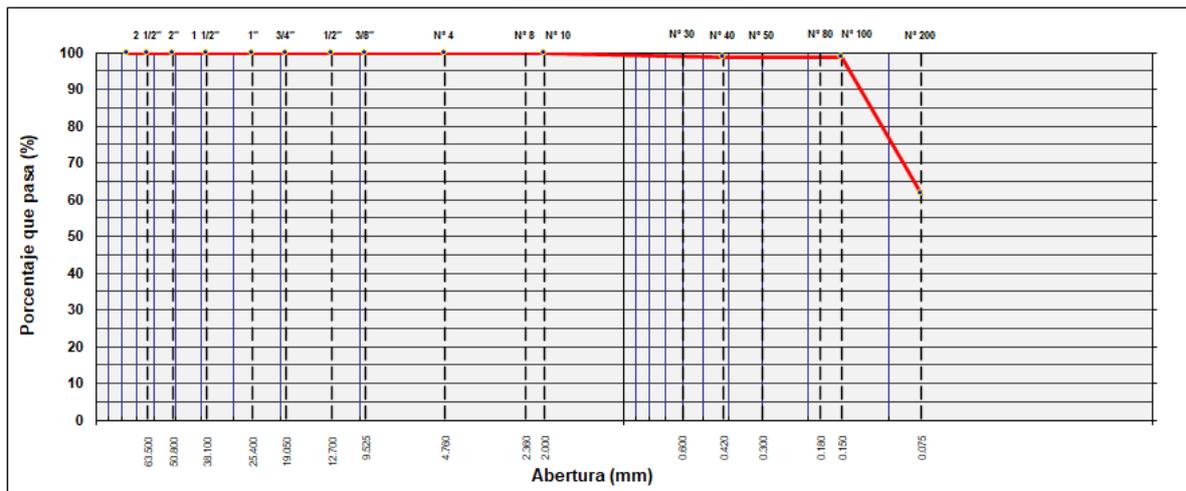
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis	
MATERIAL	: TERRENO DE FUNDACION		FECHA	: Feb-21	
CALICATA	: C - 5 - M - 05	CARRIL	: DERECHO	DEL KM	: 02+500
PROFUND.	: 0.25 - 1.50 Mts.		AL KM	:	
UBICACIÓN	: CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC.	RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	72.0 gr
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	28.54 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	14.25 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	14.29 %
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6 6
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS	=	CL
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S. Seco. P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760				100.0		% Grava	=	0.0 %
# 8	2.360						% Arena	=	38.4 %
# 10	2.000	1.0	0.1	0.1	99.9		% Fino	=	61.6 %
# 30	0.600	0.0		0.1	99.9		P.S.H 1200.3		
# 40	0.420	7.5	1.1	1.2	98.8		P.S.S 999.5		
# 50	0.300						AGUA 200.9		
# 80	0.180						PESO TARRIO		
# 100	0.150	0.0	0.0	1.2	98.8		SUELO SECO 999.5		
# 200	0.075	258.5	37.2	38.4	61.6		% HUMEDAD 20.1		
< # 200	FONDO	428.0	61.6	100.0	0.0		Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia		
FRACCIÓN		695.0					Coef. Curvatura - Pot. de Expansión		
TOTAL		500.0					Bajo Estable		

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

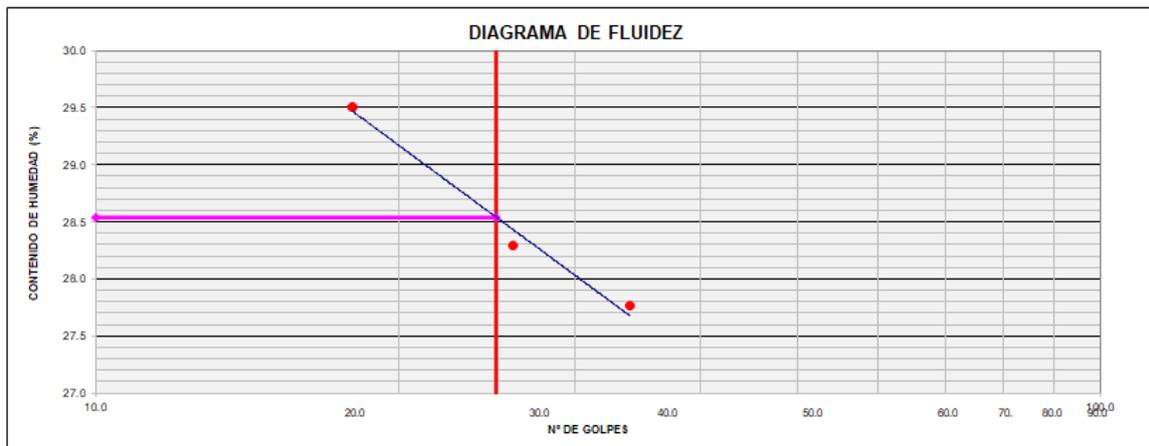
TESIS : "EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -5 - M - 05 PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM : 02+500 AL KM :
CARRIL : DERECHO	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	46.70	50.65	48.97
TARRO + SUELO SECO	43.86	47.40	46.23
AGUA	2.84	2.65	2.20
PESO DEL TARRO	33.63	38.04	37.05
PESO DEL SUELO SECO	10.23	9.36	9.20
% DE HUMEDAD	27.76	28.29	29.50
Nº DE GOLPES	34	26	18

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	17	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	50.17	47.42
TARRO + SUELO SECO	49.05	46.36
AGUA	1.12	1.06
PESO DEL TARRO	41.17	38.94
PESO DEL SUELO SECO	7.88	7.42
% DE HUMEDAD	14.21	14.29



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28.54
LÍMITE PLÁSTICO	14.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.29

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia



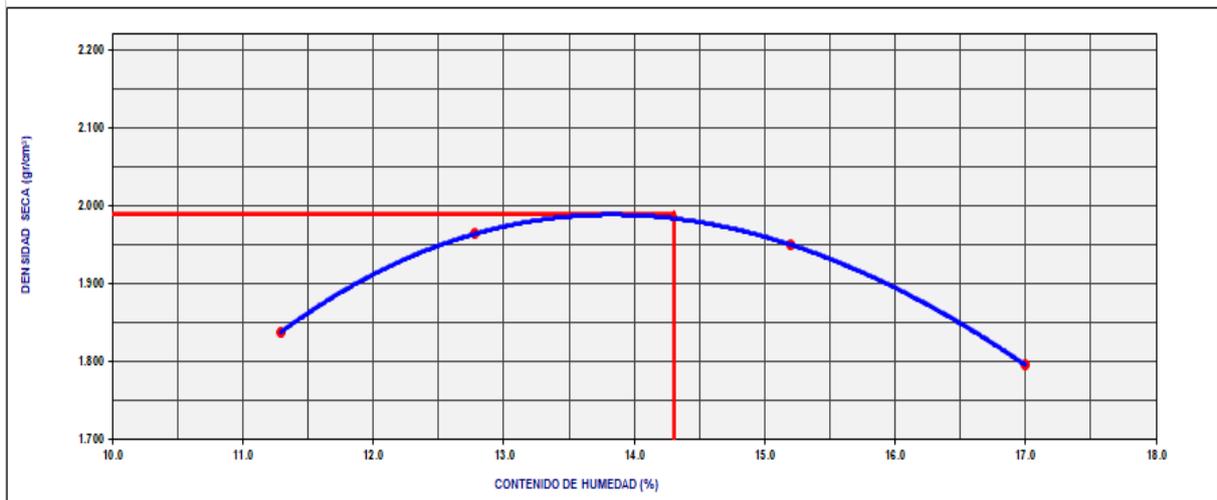
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTCE 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 5 - M - 05 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespín JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 02+500 AL KM :

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5700	5765	5784	5758
PESO DE MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1980	2045	2064	2038
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.106	2.173	2.196	2.168
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.838	1.964	1.950	1.796
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	435.00	428.00	421.00	414.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	23.00	21.00	37.00	43.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	435.00	428.00	421.00	414.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.29	12.78	15.20	17.00
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.891		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 14.30	

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 5 - M - 05 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 02+500 AL KM :
--	--

ENSAYO DE CBR
MTCE 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	12		14		13	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	12		14		13	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12303		13035		11866	
Peso de molde (gr)	8260		8578		8090	
Peso del suelo húmedo (gr)	4043		4457		3776	
Volumen del molde (cm3)	2290		2144		2310	
Densidad húmeda	1.766		2.079		1.635	
Humedad (%)	23.48		52.60		42.37	
Densidad seca	1.430		1.362		1.148	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo	426.00		425.00		420.00	
Tarro + Suelo seco (gr)	345.00		278.50		295.00	
Peso del Agua (gr)	81.00		146.50		125.00	
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco	345.00		278.50		295.00	
Humedad (%)	23.48		52.60		42.37	
Promedio de Humedad (%)	23.48		52.60		42.37	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/02/2021	11:45:00 a. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
15/02/2021	11:45:00 a. m.	24	21.0	0.533	0.420	28.0	0.711	0.560	35.0	0.889	0.700
16/02/2021	11:45:00 a. m.	48	41.0	1.041	0.820	50.0	1.270	1.000	60.0	1.524	1.200
17/02/2021	11:45:00 a. m.	72	58.0	1.473	1.160	62.0	1.575	1.240	72.0	1.829	1.440
18/02/2021	11:45:00 a. m.	96	70.0	1.778	1.400	74.0	1.880	1.480	90.0	2.286	1.800

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 12				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			5	0		
0.025		35	2			25	1			20	1		
0.050		76	4			55	3			40	2		
0.075		160	8			98	5			65	3		
0.100	60.00	180	9	9.88	16.5	150	7	6.54	10.9	105	5	4.44	7.4
0.150		340	17			235	12			157	8		
0.200	102	500	24	24.29	23.8	340	17	16.21	15.9	230	11	10.78	10.6
0.250		600	29			440	22			300	15		
0.300		720	35			550	27			340	17		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTCE 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C - 5 - M - 05

PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

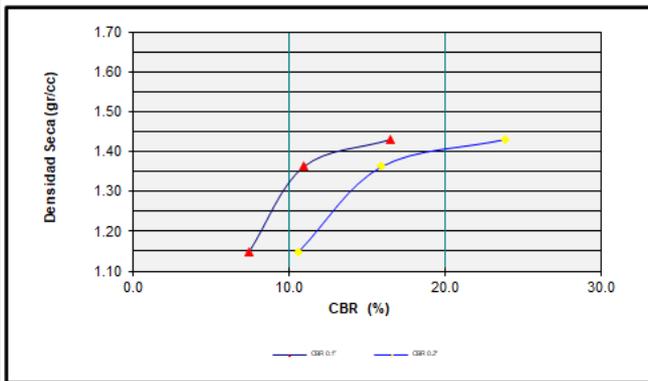
CARRIL: DERECHO

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
Clever Crespin
JULÓN FLORES,
José Luis

DEL KM. : 02+500

AL KM :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

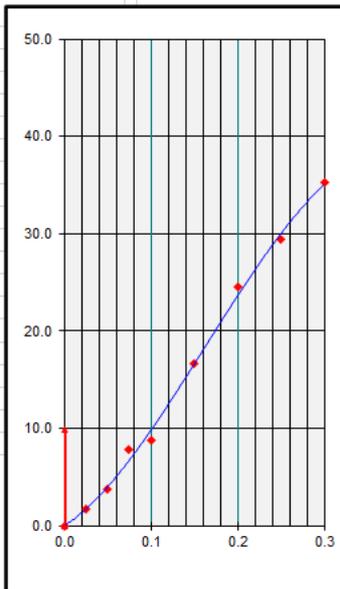


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.5	0.2":	23.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.9	0.2":	15.9

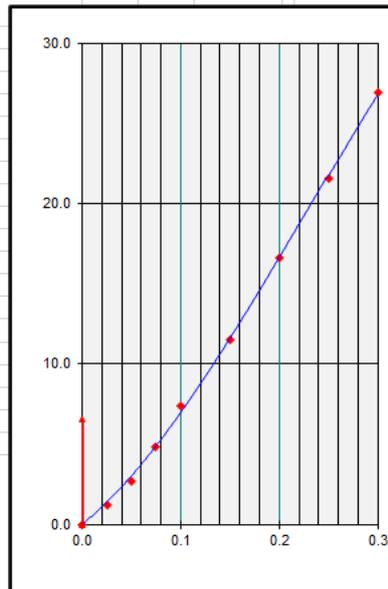
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.891	gr/cc
Óptima Humedad	14.30	%

OBSERVACIONES:

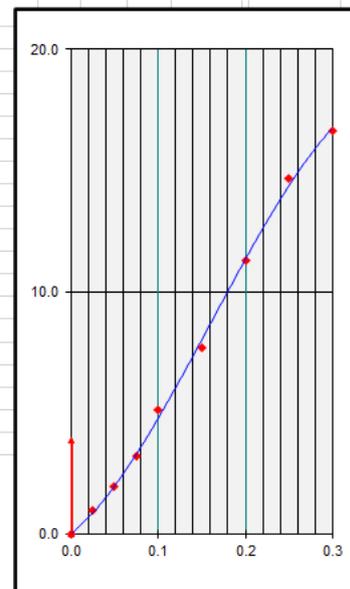
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 06



RUC. 20493813852
Cel: 942932814 - 957909503

PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 6 LADO: DERECHO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	1.10	E-2		Grava arcillosa, una mezcla gravo-areno-arcillosa	GC
1.10	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-7-6 (16)

Observaciones:

% Pasa N° 4	100.0	L.L.	34.7	Indice Consistencia = 0.78
% Pasa N° 200	67.1	L.P.	16.49	Compacto
% H. Natural	20.6	I.P.	18.21	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



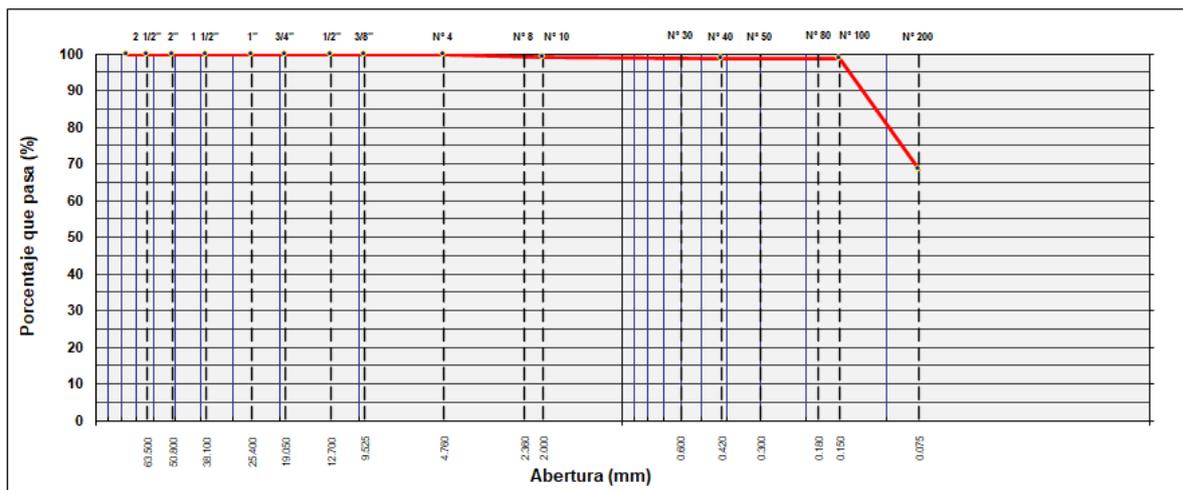
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		FECHA	JULÓN FLORES, José Luis	
CALICATA	C - 6 - M - 06	CARRIL:	DERECHO	DEL KM	03+000
PROFUND.	0.10 - 1.50 Mts.		AL KM		
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	ΣRET. PARC.	ΣRET. AC.	Σ Q' PASA	SPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	34.0 gr	
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	34.73 %	
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	16.06 %	
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	18.67 %	
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6 9	
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS	=	CL	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco. : P.S.Lavado	% 200	
# 4	4.760				100.0		% Grava	=	0.0 %	
# 8	2.360						% Arena	=	31.5 %	
# 10	2.000	6.5	0.9	0.9	99.1		% Fino	=	68.5 %	
# 30	0.600	0.0		0.9	99.1					
# 40	0.420	12.0	1.7	1.2	98.8		P.S.H	1210.3		
# 50	0.300						P.S.S	1001.5		
# 80	0.180						AGUA	208.9		
# 100	0.150	0.0	0.0	1.2	98.8		PESO TARRD			
# 200	0.075	210.0	30.3	31.5	68.5		SUELO SECO	1001.5		
< # 200	FONDO	466.0	68.5	100.0	0.0		% HUMEDAD	20.9		
FRACCIÓN		694.5					Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia	
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura	-	1.9	
Descripción suelo:	Arcilla arenosa de baja plasticidad						Pot. de Expansión		Estable	

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:



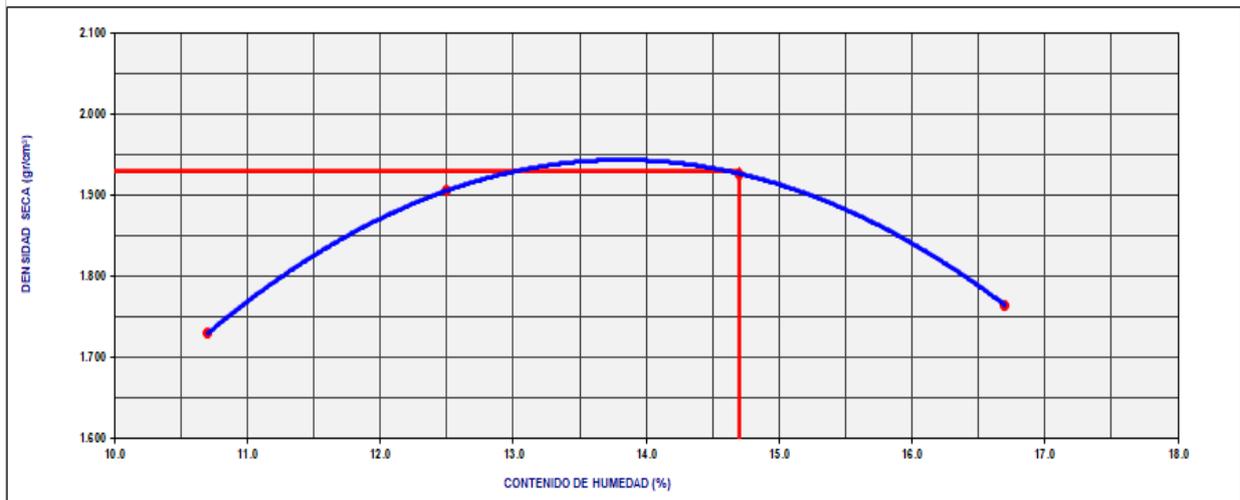
RUC. 20493812952
Cel: 942932814 - 957909503

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -6 - M - 06 PROFUND. : 0.10 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 03+000 AL KM :

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5520	5608	5686	5657	
PESO DE MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1800	1888	1966	1937	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.915	2.009	2.091	2.061	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.730	1.906	1.927	1.765	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	248.00	252.50	339.50	328.00	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	224.00	224.50	296.50	284.00	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	24.00	28.00	43.00	47.00	
PESO DE SUELO SECO (gr)	224.00	224.50	296.50	284.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.70	12.50	14.70	16.70	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.827		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.70

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 6 - M - 06 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.10 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 03+000 AL KM :
--	--

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra	8		9		10	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12072		11977		11588	
Peso de molde (gr)	8512		8863		8646	
Peso del suelo húmedo (gr)	3560		3114		2942	
Volumen del molde (cm3)	2316		2206		2114	
Densidad húmeda	1.537		1.412		1.392	
Humedad (%)	14.72		14.58		14.60	
Densidad seca	1.340		1.232		1.215	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo	436.50		338.00		396.50	
Tarro + Suelo seco (gr)	380.50		295.00		346.00	
Peso del Agua (gr)	56.00		43.00		50.50	
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco	380.50		295.00		346.00	
Humedad (%)	14.72		14.58		14.60	
Promedio de Humedad (%)	14.72		14.58		14.60	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/02/2021	8:45:00 a. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
17/02/2021	8:45:00 a. m.	24	21.0	0.533	0.420	28.0	0.711	0.560	35.0	0.889	0.700
18/02/2021	8:45:00 a. m.	48	41.0	1.041	0.820	50.0	1.270	1.000	60.0	1.524	1.200
19/02/2021	8:45:00 a. m.	72	58.0	1.473	1.160	62.0	1.575	1.240	72.0	1.829	1.440
20/02/2021	8:45:00 a. m.	96	70.0	1.778	1.400	74.0	1.880	1.480	90.0	2.286	1.800

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 8				MOLDE N° 9				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			5	0		
0.025		50	2			25	1			20	1		
0.050		100	5			55	3			40	2		
0.075		165	8			98	5			65	3		
0.100	70.00	230	11	9.88	14.1	140	7	6.54	9.3	100	5	4.44	6.3
0.150		350	17			235	12			157	8		
0.200	104	480	23	24.29	23.4	340	17	16.21	15.6	230	11	10.78	10.4
0.250		600	29			440	22			290	14		
0.300		750	37			550	27			340	17		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C - 6 - M - 06

PROFUND. : 0.10 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

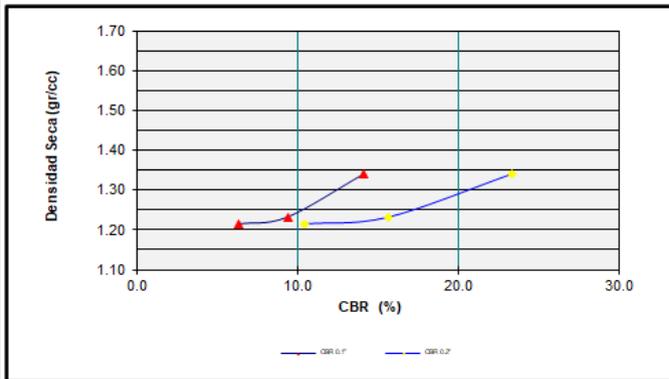
CARRIL: DERECHO

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
Clever Crespin
JULÓN FLORES,
José Luis

DEL KM. : 03+000

AL KM :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

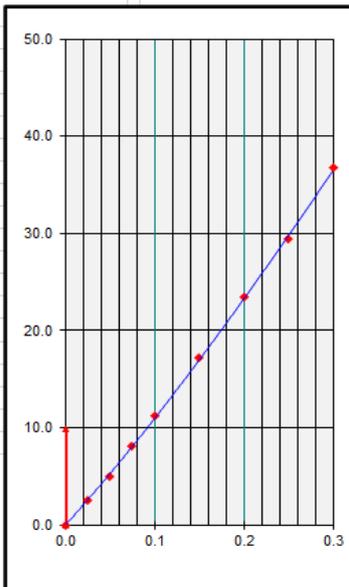


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.3	0.2":	15.6

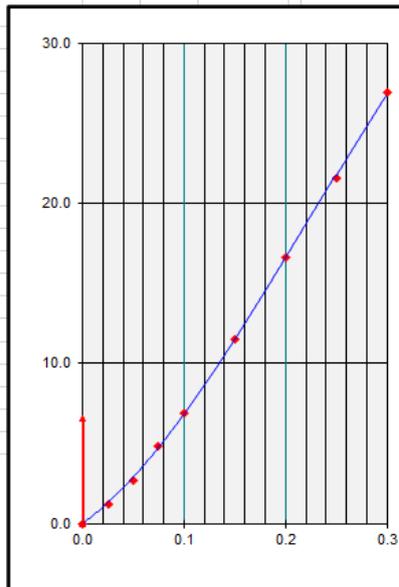
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.827	gr/cc
Óptima Humedad	14.70	%

OBSERVACIONES:

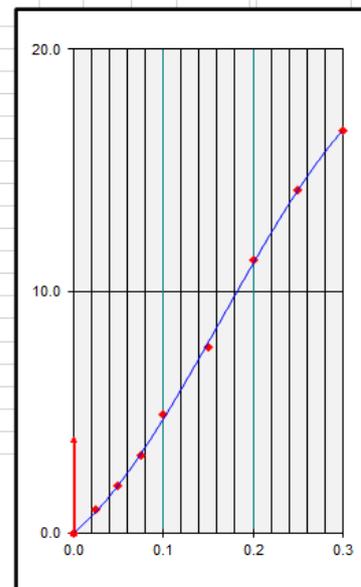
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 07



PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 7 LADO: IZQUIERDO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.60	E-2		Grava arcillosa de baja plasticidad	GC
0.60	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (9)

Observaciones:

% Pasa N° 4	100.0	L.L.	44.1	Indice Consistencia = 0.84
% Pasa N° 200	79.0	L.P.	16.59	Compacto
% H. Natural	20.9	I.P.	27.51	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

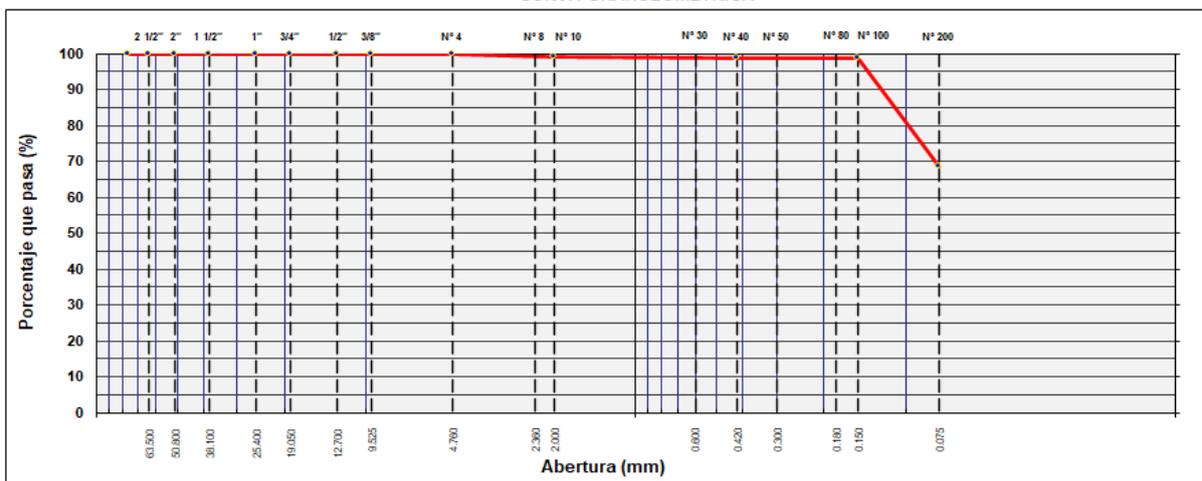
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 7 - M - 07 PROFUND. : 0.60 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM : 03+500 AL KM :
--	---

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 500.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 100.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 500.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 33.71 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = 16.06 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = 17.65 %
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO = A-6 9
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS = CL
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S.Seco P.S.Lavado % 200
# 4	4.750				100.0		
# 8	2.360						% Grava = 0.0 %
# 10	2.000	7.0	0.9	0.9	99.1		% Arena = 31.5 %
# 30	0.600	0.0		0.9	99.1		% Fino = 68.5 %
# 40	0.420	10.0	1.7	1.2	98.8		
# 50	0.300						P.S.H 1210.3
# 80	0.180						P.S.S 980.5
# 100	0.150	0.0	0.0	1.2	98.8		AGUA 229.9
# 200	0.075	170.0	30.3	31.5	68.5		PESO TARRO
< # 200	FONDO	400.0	68.5	100.0	0.0		SUELO SECO 980.5
FRACCIÓN		587.0					% HUMEDAD 23.4
TOTAL		500.0					Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia
							Coef. Curvatura - 1.9
							Pot. de Expansión - Bajo Estable

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

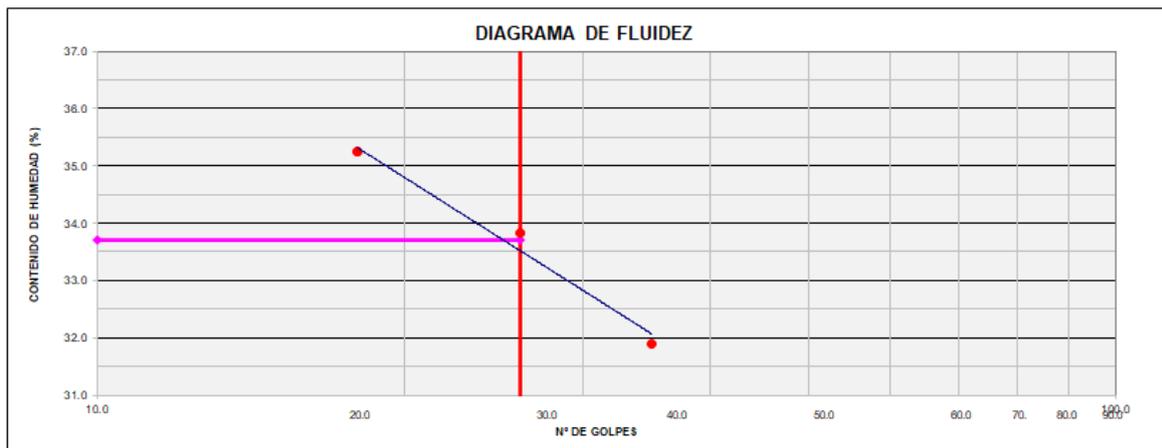
TESIS	"EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespín JULÓN FLORES, José Luis	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		FECHA	Feb-21	
CALICATA	C-7 - M - 07	CARRIL	IZQUIERDO	DEL KM	03+500
PROFUND.	0.60 - 1.50 Mts.		AL KM	:	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	48.01	54.20	52.75
TARRO + SUELO SECO	44.79	50.94	50.35
AGUA	3.22	3.26	3.40
PESO DEL TARRO	35.06	43.58	40.97
PESO DEL SUELO SECO	9.73	9.36	9.38
% DE HUMEDAD	31.90	33.83	35.25
Nº DE GOLPES	35	26	18

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	10	25
TARRO + SUELO HÚMEDO	50.05	47.67
TARRO + SUELO SECO	48.76	46.44
AGUA	1.29	1.23
PESO DEL TARRO	40.65	38.85
PESO DEL SUELO SECO	8.11	7.59
% DE HUMEDAD	15.91	16.21



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	33.71
LÍMITE PLÁSTICO	16.06
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.65

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia



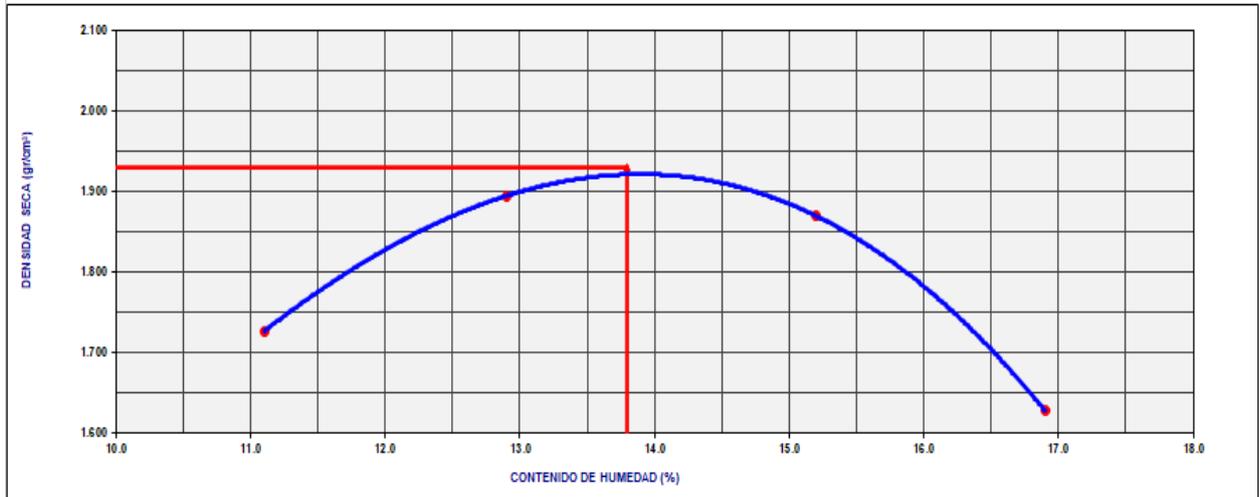
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTCE 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION	FECHA : Feb-21	
CALICATA : C - 7 - M - 07	CARRIL : IZQUIERDO	DEL KM. : 03+500
PROFUND. : 0.60 - 1.50 Mts.	AL KM :	
UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56			
NUMERO DE CAPAS	5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5621	5710	5744	5735
PESO DE MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1901	1990	2024	2015
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.022	2.117	2.183	2.144
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.727	1.895	1.870	1.628
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	301.00	310.50	244.00	258.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	272.00	275.00	212.00	220.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	29.00	35.50	32.00	38.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	272.00	275.00	212.00	220.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.10	12.90	15.20	16.90
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.879	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		13.80

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 7 - M - 07 CARRIL: IZQUIERDO PROFUND. : 0.60 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 03+500 AL KM :
--	--

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra		23		24		25	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°		23		24		25	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	13200		11120		12043	
Peso de molde	(gr)	7195		7212		7315	
Peso del suelo húmedo	(gr)	6005		3908		4728	
Volumen del molde	(cm3)	2286		2335		2134	
Densidad húmeda		2.627		1.674		2.216	
Humedad	(%)	12.28		12.62		13.76	
Densidad seca		2.340		1.486		1.948	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		292.50		339.00		405.00	
Tarro + Suelo seco	(gr)	260.50		301.00		356.00	
Peso del Agua	(gr)	32.00		38.00		49.00	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		260.50		301.00		356.00	
Humedad	(%)	12.28		12.62		13.76	
Promedio de Humedad	(%)	12.28		12.62		13.76	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/02/2021	10:25:00 a. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
20/02/2021	10:25:00 a. m.	24	21.0	0.533	0.420	28.0	0.711	0.560	35.0	0.889	0.700
21/02/2021	10:25:00 a. m.	48	41.0	1.041	0.820	50.0	1.270	1.000	60.0	1.524	1.200
22/02/2021	10:25:00 a. m.	72	58.0	1.473	1.160	62.0	1.575	1.240	72.0	1.829	1.440
23/02/2021	10:25:00 a. m.	96	70.0	1.778	1.400	74.0	1.880	1.480	90.0	2.286	1.800

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 23				MOLDE N° 24				MOLDE N° 25			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			7	0		
0.025		38	2			16	1			8	0		
0.050		67	3			29	1			13	1		
0.075		93	5			38	2			18	1		
0.100	70.00	110	5	9.88	14.1	45	2	6.54	9.3	21	1	4.44	6.3
0.150		134	7			57	3			26	1		
0.200	104	161	8	24.29	23.4	65	3	16.21	15.6	29	1	10.78	10.4
0.250		189	9			75	4			33	2		
0.300		229	11			90	4			40	2		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA
MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C - 7 - M - 07

PROFUND. : 0.60 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

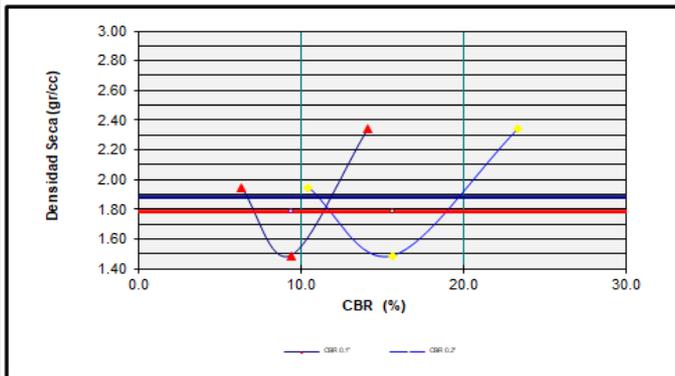
CARRIL: IZQUIERDO

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
Clever Crespin
JULÓN FLORES,
José Luis

DEL KM. : 03+500

AL KM :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

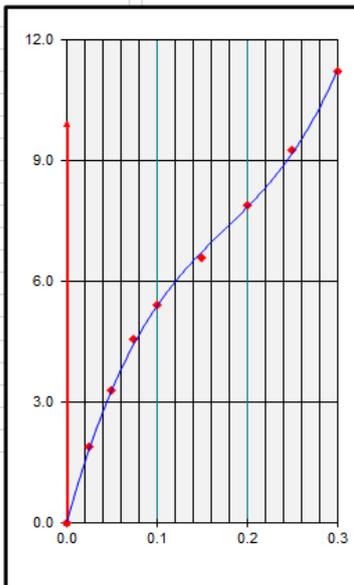


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.3	0.2":	15.6

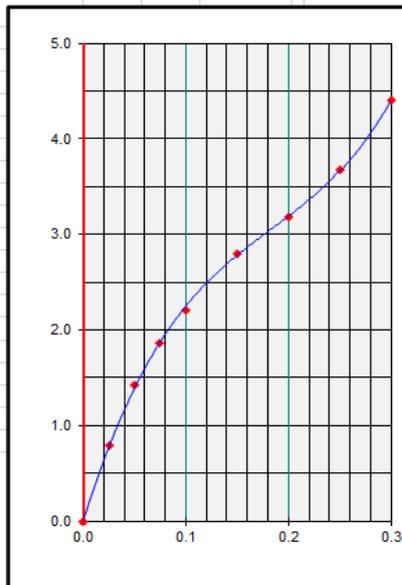
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.879	gr/cc
Óptima Humedad	13.80	%

OBSERVACIONES:

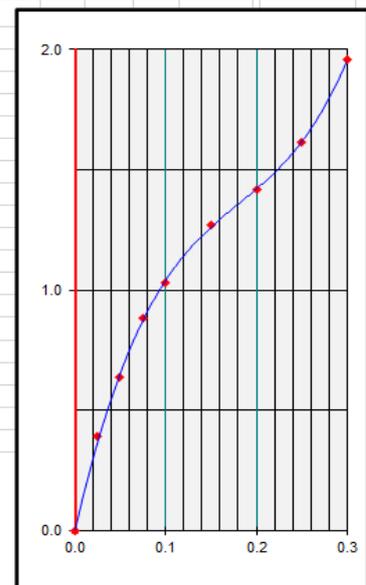
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 08



PERFIL ESTRATIGRAFICO						
TESIS		EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN				
		CALICATA 8 LADO: DERECHO				
METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO		FECHA: FEBRERO: 2021				
PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO	
	SUCS	GRAFICO				
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP	
0.10	0.30	E-2		Material afirmado, entre ellos gravas arcillosas	GC	
0.30	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (6)	
Observaciones:						
% Pasa N° 4	100.0			L.L	26.13	Indice Consistencia = 0.99
% Pasa N° 200	52.6			L.P.	13.32	Compacto
% H. Natural	13.5			I.P.	12.81	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

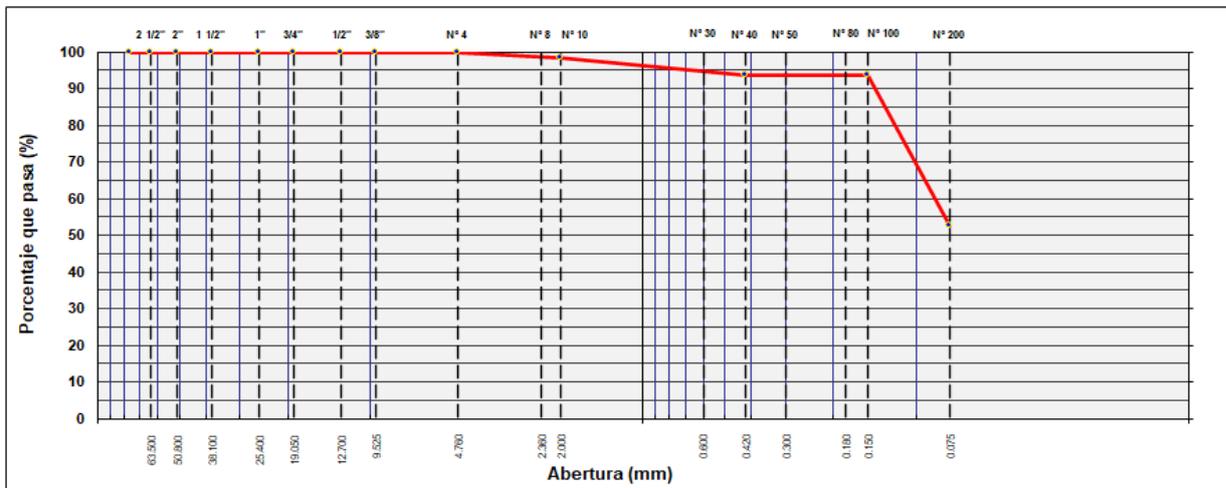
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION	FECHA : Feb-21
CALICATA : C - 8 - M - 08	DEL KM : 04+000
PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts.	AL KM :
UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	CARRIL: DERECHO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	ΣRET. PARC.	ΣRET. AC.	Σ Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	100.0 gr
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	33.43 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	13.36 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	20.07 %
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6 7
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS	=	CL
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco. P.S.Lavado	% 200
# 4	4.750				100.0		% Grava	=	0.0 %
# 8	2.360						% Arena	=	47.4 %
# 10	2.000	29.0	1.8	1.8	98.2		% Fino	=	52.6 %
# 30	0.600	0.0		1.8	98.2		P.S.H 1010.3		
# 40	0.420	71.5	4.5	6.3	93.7		P.S.S 990.5		
# 50	0.300						AGUA 19.8		
# 80	0.180						PESO TARRO		
# 100	0.150	0.0	0.0	6.3	93.7		SUELO SECO 990.5		
# 200	0.075	354.0	41.1	47.4	52.6		% HUMEDAD 2.0		
< # 200	FONDO	400.0	52.6	100.0	0.0		Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia		
FRACCIÓN		854.5					Coef. Curvatura - Pot. de Expansión		
TOTAL		500.0					Estable		

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:



RUC. 20493813652
C#: 942932814 - 957909503

CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

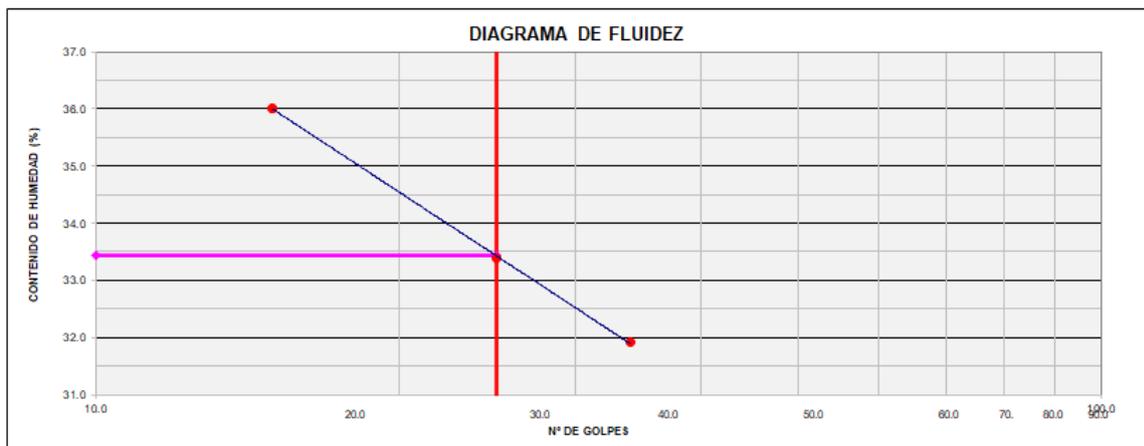
TESIS	"EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespín JULÓN FLORES, José Luis	
	MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION	FECHA	Feb-21	
CALICATA	C - 8 - M - 08	CARRIL	DERECHO	DEL KM	04+000
PROFUND.	0.30 - 1.50 Mts.			AL KM	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	56.04	54.40	54.51
TARRO + SUELO SECO	52.42	51.50	50.71
AGUA	3.62	2.90	3.80
PESO DEL TARRO	38.04	40.40	37.05
PESO DEL SUELO SECO	14.38	11.10	13.66
% DE HUMEDAD	31.91	33.40	36.00
Nº DE GOLPES	34	25	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	16	27
TARRO + SUELO HÚMEDO	45.24	40.36
TARRO + SUELO SECO	44.43	39.61
AGUA	0.81	0.75
PESO DEL TARRO	38.30	34.06
PESO DEL SUELO SECO	6.13	5.55
% DE HUMEDAD	13.21	13.51



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	33.43
LÍMITE PLÁSTICO	13.36
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	20.07

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia



RUC: 20493812652
Cel: 942932814 - 957909503

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 8 - M - 08 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 04+000 AL KM :

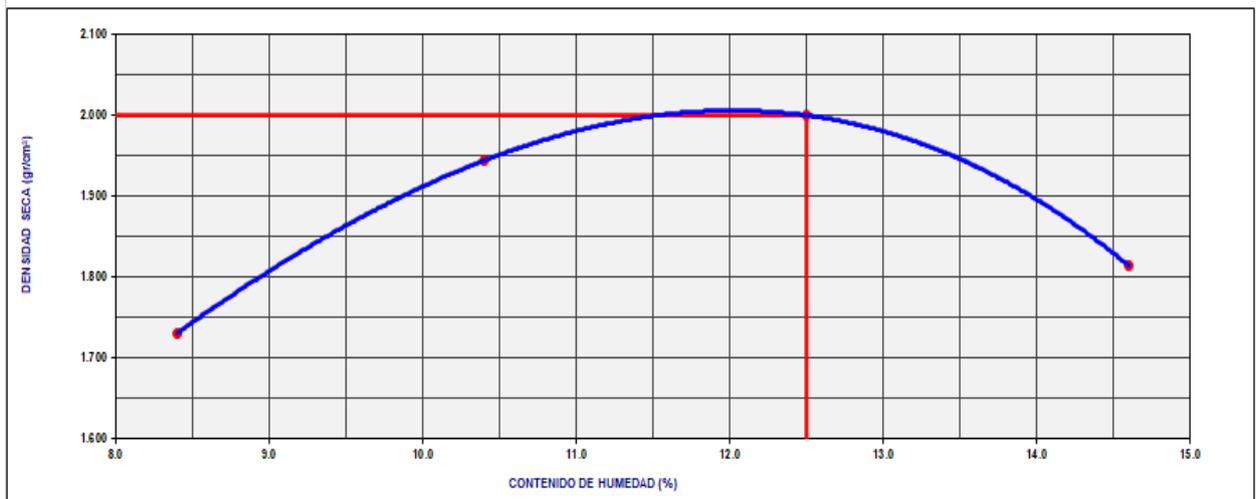
COMPACTACION

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5633	5735	5788	5780
PESO DE MOLDE (gr)	3717	3717	3717	3717
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1916	2018	2071	2063
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	940	940	940	940
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.038	2.147	2.203	2.195
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.731	1.944	2.000	1.815

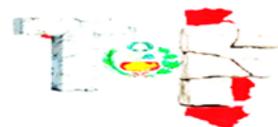
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	304.00	310.50	244.00	258.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	272.00	275.00	212.00	220.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	29.00	35.50	32.00	38.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	272.00	275.00	212.00	220.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.40	10.40	12.50	14.60
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.000		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 12.50	

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 8 - M - 08 CARRIL: DERECHO PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 04+000 AL KM :

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra		4		5		6	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°							
N° Capa							
Golpes por capa N°		56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12830		12506		11591	
Peso de molde	(gr)	8650		8650		8373	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4180		3856		3218	
Volumen del molde	(cm3)	2380		2380		2316	
Densidad húmeda		1.756		1.620		1.389	
Humedad	(%)	12.47		12.59		12.24	
Densidad seca		1.561		1.439		1.238	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		406.00		451.50		426.50	
Tarro + Suelo seco	(gr)	361.00		401.00		380.00	
Peso del Agua	(gr)	45.00		50.50		46.50	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		361.00		401.00		380.00	
Humedad	(%)	12.47		12.59		12.24	
Promedio de Humedad	(%)	12.47		12.59		12.24	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/02/2021	3:15:00 p. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
21/02/2021	3:15:00 p. m.	24	22.0	0.559	0.440	28.0	0.711	0.560	35.0	0.889	0.700
22/02/2021	3:15:00 p. m.	48	41.0	1.041	0.820	50.0	1.270	1.000	60.0	1.524	1.200
23/02/2021	3:15:00 p. m.	72	58.0	1.473	1.160	62.0	1.575	1.240	72.0	1.829	1.440
24/02/2021	3:15:00 p. m.	96	70.0	1.778	1.400	74.0	1.880	1.480	90.0	2.286	1.800

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			3	0		
0.025		41	2			17	1			7	0		
0.050		75	4			31	2			13	1		
0.075		102	5			44	2			18	1		
0.100	70.00	131	6	9.88	14.1	56	3	6.54	9.3	21	1	4.44	6.3
0.150		174	9			74	4			26	1		
0.200	104	215	11	24.29	23.4	89	4	16.21	15.6	29	1	10.78	10.4
0.250		256	13			105	5			33	2		
0.300		310	15			130	6			40	2		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



RUC. 20493813652
 Cc: 942932814 - 957909503

ENSAYO DE CBR
 MTCE 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

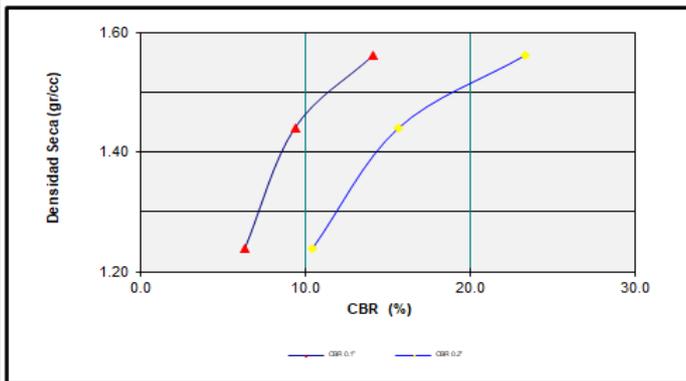
CALICATA : C - 8 - M - 08 **CARRIL:** DERECHO

PROFUND. : 0.30 - 1.50 Mts. **DEL KM.** : 04+000

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN **AL KM** :

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin
 JULÓN FLORES, José Luis

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.3	0.2":	15.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.000	gr/cc
Óptima Humedad	12.50	%

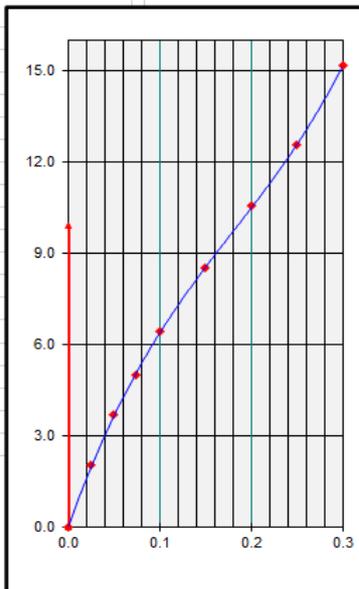
OBSERVACIONES:

.....

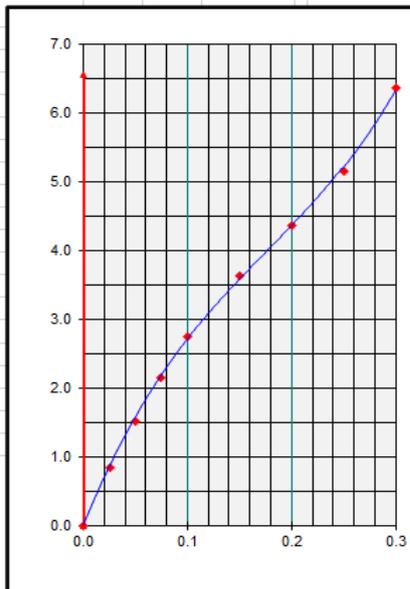
.....

.....

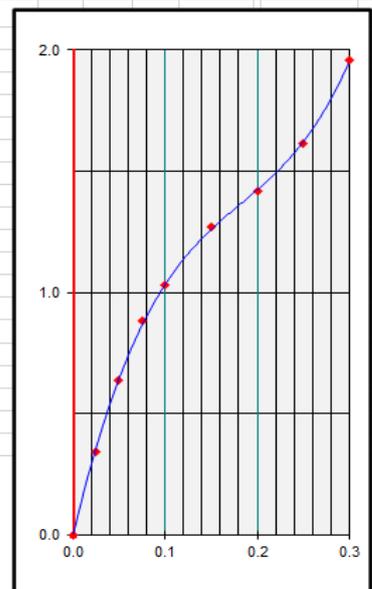
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 09



PERFIL ESTRATIGRAFICO

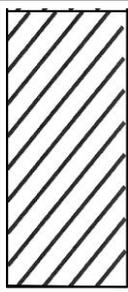
TESIS

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 9 LADO: IZQUIERDO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.25	E-2		Material afirmado, entre ellos gravas arcillosas	GC
0.25	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (6)

Observaciones:

% Pasa N° 4	100.0		L.L	51.95		Indice Consistencia = 1.01
% Pasa N° 200	80.4		L.P.	16.34		Estable
% H. Natural	15.9		I.P.	35.62		CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



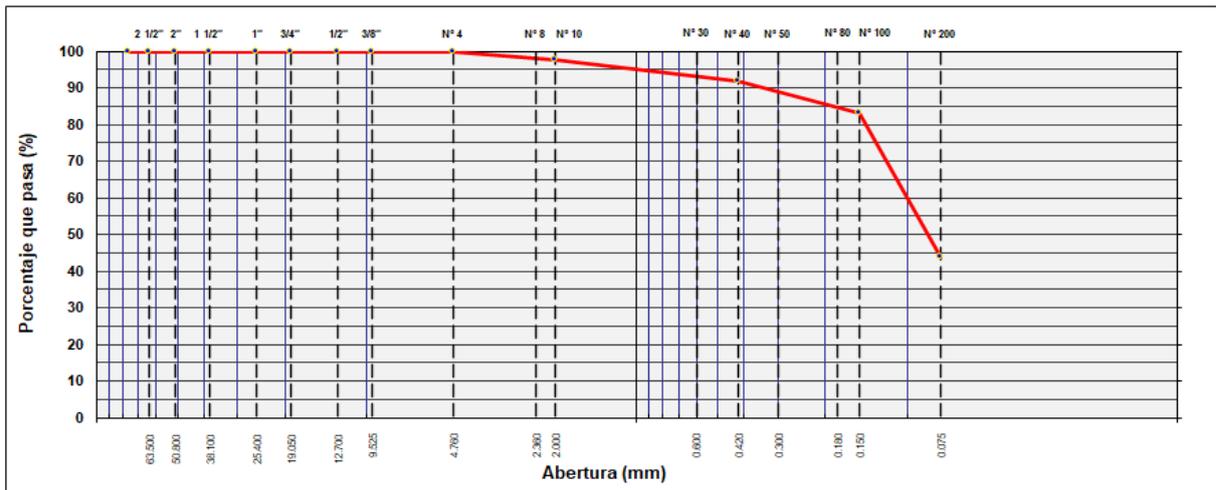
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 9 - M - 09 CARRIL: IZQUIERDO PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM : 04+500 AL KM :
--	---

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC.	RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	200.0	gr
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0	gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	28.35	%
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	16.33	%
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	12.02	%
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6	2
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS	=	SC	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760				100.0					
# 8	2.360						% Grava	=	0.0	%
# 10	2.000	25.0	2.5	2.5	97.5		% Arena	=	56.0	%
# 30	0.600	0.0		2.5	97.5		% Fino	=	44.0	%
# 40	0.420	65.0	5.8	8.0	92.0		P.S.H		1010.3	
# 50	0.300						P.S.S		990.5	
# 80	0.180						AGUA		19.8	
# 100	0.150	45.0	9.0	17.0	83.0		PESO TARRO			
# 200	0.075	324.0	39.0	56.0	44.0		SUELO SECO		990.5	
< # 200	FONDO	300.0	44.0	100.0	0.0		% HUMEDAD		2.0	
FRACCIÓN		759.0					Coef. Uniformidad		-	Índice de Consistencia
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura		-	2.4
Descripción suelo: Arena arcillosa							Pot. de Expansión		Bajo	Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:



RUC: 20493812652
Cel: 942932814 - 957909503

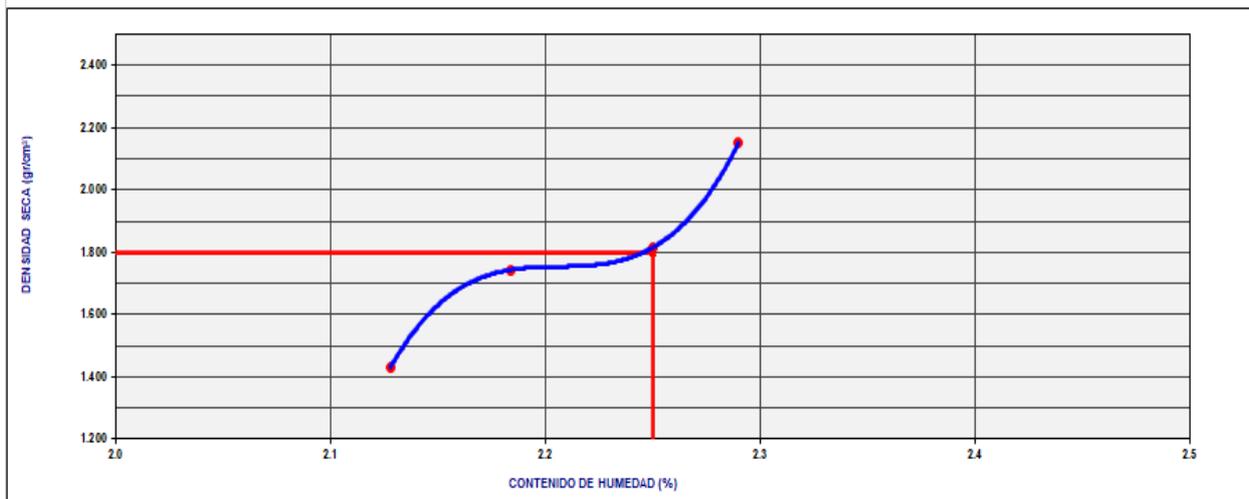
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C - 9 - M - 09 CARRIL: IZQUIERDO PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 04+500 AL KM :

COMPACTACION

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10692	10904	11180	11100
PESO DE MOLDE (gr)	6131	6131	6131	6131
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4561	4773	5049	4969
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2107	2107	2107	2107
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.165	2.263	2.396	2.358
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.431	1.744	2.150	1.815
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	524.00	588.00	444.00	478.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	515.00	567.00	420.50	444.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	9.00	21.00	23.50	34.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	515.00	567.00	420.50	444.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.13	2.18	2.29	2.25
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.274		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 2.25	

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -9 - M - 09 CARRIL: IZQUIERDO PROFUND. : 0.25 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 04+500 AL KM :
--	--

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra		4		5		6	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°							
N° Capa							
Golpes por capa N°		56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12830		12006		11291	
Peso de molde	(gr)	8650		8650		8373	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4180		3356		2918	
Volumen del molde	(cm3)	2380		2380		2316	
Densidad húmeda		1.756		1.410		1.260	
Humedad	(%)	12.47		12.59		12.24	
Densidad seca		1.561		1.252		1.123	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		406.00		451.50		426.50	
Tarro + Suelo seco	(gr)	361.00		401.00		380.00	
Peso del Agua	(gr)	45.00		50.50		46.50	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		361.00		401.00		380.00	
Humedad	(%)	12.47		12.59		12.24	
Promedio de Humedad	(%)	12.47		12.59		12.24	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/02/2021	3:15:00 p. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
21/02/2021	3:15:00 p. m.	24	22.0	0.559	0.440	28.0	0.711	0.560	35.0	0.889	0.700
22/02/2021	3:15:00 p. m.	48	41.0	1.041	0.820	50.0	1.270	1.000	60.0	1.524	1.200
23/02/2021	3:15:00 p. m.	72	58.0	1.473	1.160	62.0	1.575	1.240	72.0	1.829	1.440
24/02/2021	3:15:00 p. m.	96	70.0	1.778	1.400	74.0	1.880	1.480	90.0	2.286	1.800

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			3	0		
0.025		45	2			25	1			7	0		
0.050		75	4			42	2			13	1		
0.075		110	5			55	3			18	1		
0.100	70.00	137	7	9.88	14.1	65	3	6.54	9.3	21	1	4.44	6.3
0.150		183	9			80	4			26	1		
0.200	104	245	12	24.29	23.4	89	4	16.21	15.6	29	1	10.78	10.4
0.250		345	17			105	5			33	2		
0.300		450	22			130	6			40	2		
0.400													

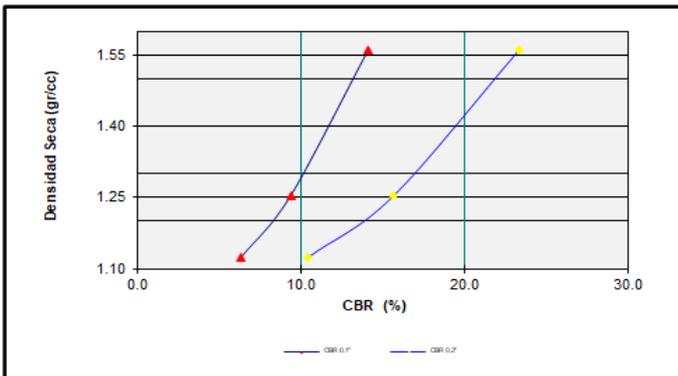
Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"		
	FECHA	: Feb-21	
MATERIAL	HECHO POR	: JIMÉNEZ FLORES, : Clever Crespin : JULÓN FLORES, : José Luis	
	DEL KM.	: 04+500	
CALICATA	: C - 9 - M - 09	CARRIL:	IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.25 - 1.50 Mts.		
UBICACIÓN	: CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		
	AL KM.	:	

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.3	0.2":	15.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.274	gr/cc
Óptima Humedad	2.25	%

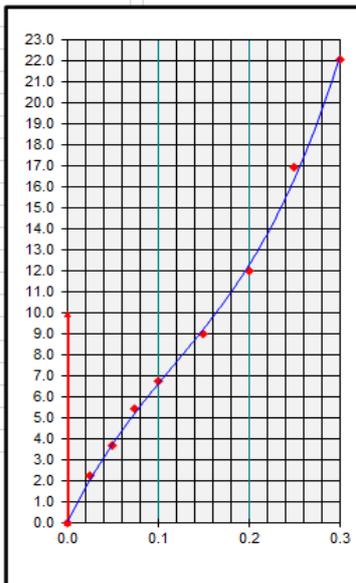
OBSERVACIONES:

.....

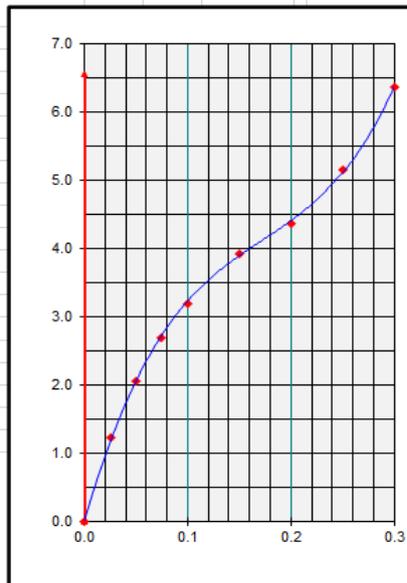
.....

.....

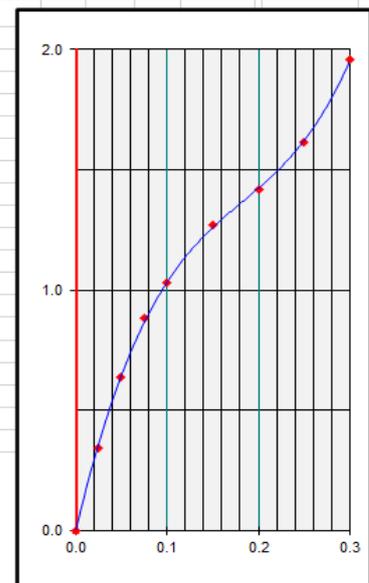
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 10



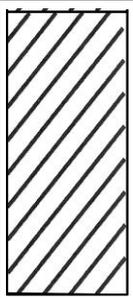
PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 10 LADO: DERECHO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.26	E-2		Material afirmado, entre ellos gravas arcillosas	GC
0.26	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (11)

Observaciones:

% Pasa N° 4	27.4		L.L.	16.35		Indice Consistencia = 0.80
% Pasa N° 200	3.8		L.P.	NP		Estable
% H. Natural	4.0		I.P.	14.25		CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



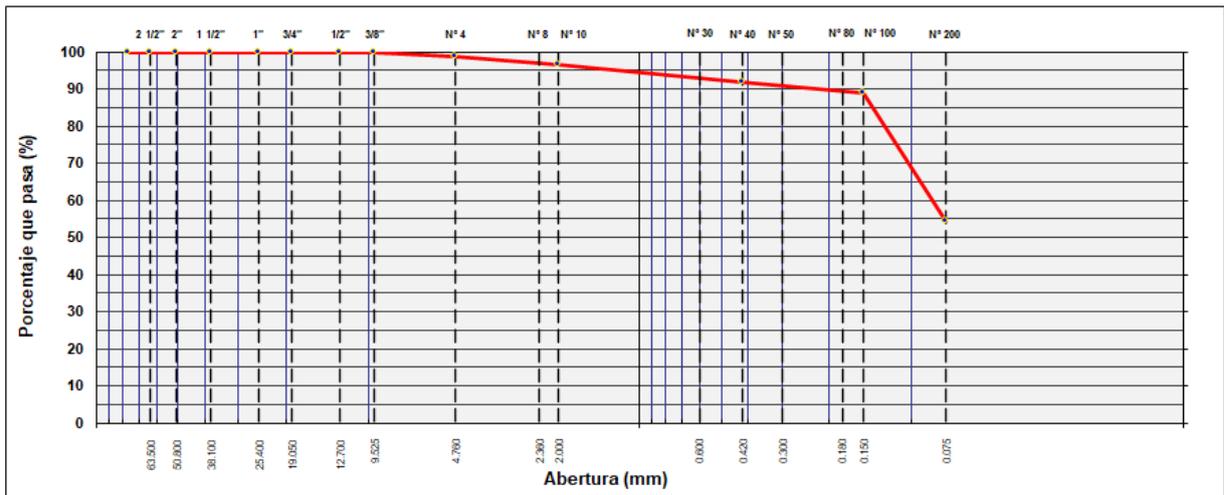
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION			JULÓN FLORES, José Luis	
CALICATA	C - 10 - M - 10	CARRIL:	DERECHO	FECHA	Feb-21
PROFUND.	0.26 - 1.50 Mts.		DEL KM	05+000	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		AL KM		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	228.1 gr	
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	37.20 %	
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	31.77 %	
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	5.43 %	
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-4 (4)	
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0		CLASF. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350		0.0	0.0			Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	6.6	1.3	1.3	98.7		% Grava	=	1.3 %	
# 8	2.360		1.0	2.4			% Arena	=	44.3 %	
# 10	2.000	6.6	1.2	3.6	96.4		% Fino	=	54.4 %	
# 30	0.600	0.0		3.6	96.4		P. S. H			
# 40	0.420	23.0	4.5	8.1	91.9		1210.3			
# 50	0.300						P. S. S			
# 80	0.180						1000.5			
# 100	0.150	15.0	3.0	11.1	88.9		AGUA			
# 200	0.075	175.0	34.5	45.6	54.4		209.9			
< # 200	FONDO	275.5	54.4	100	0.0		PESO TARRO			
							1000.5			
							% HUMEDAD			
							21.0			
FRACCIÓN		500.4					Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia	
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura	-	6.9	
Descripción suelo: Limo arenoso de baja plasticidad							Pot. de Expansión		Estable	

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

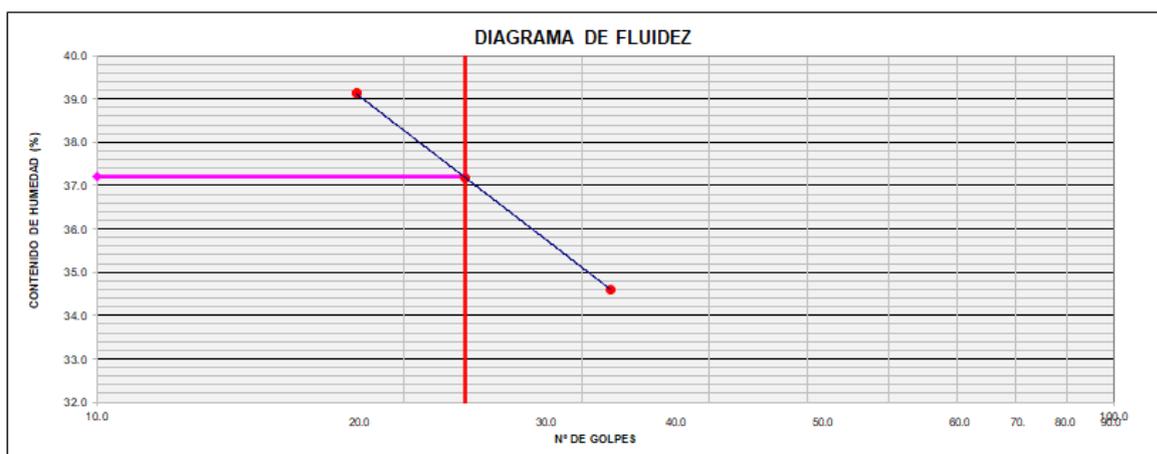
TESIS	"EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR :	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin
				JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL	: TERRENO DE FUNDACION		FECHA	: Feb-21
CALICATA	: C -10 - M - 10	CARRIL: IZQUIERDO	DEL KM	: 05+000
PROFUND.	: 0.26 - 1.50 Mts.		AL KM	:
UBICACIÓN	: CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN			

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	22	23	24
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.43	53.78	48.66
TARRO + SUELO SECO	51.07	52.18	47.17
AGUA	1.36	2.49	2.39
PESO DEL TARRO	43.42	42.42	38.49
PESO DEL SUELO SECO	8.65	9.76	8.68
% DE HUMEDAD	34.61	37.16	39.12
Nº DE GOLPES	32	23	18

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	16	14
TARRO + SUELO HÚMEDO	44.85	43.03
TARRO + SUELO SECO	43.31	40.65
AGUA	1.54	2.38
PESO DEL TARRO	38.30	38.49
PESO DEL SUELO SECO	5.01	2.16
% DE HUMEDAD	30.74	32.80



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.20
LÍMITE PLÁSTICO	31.77
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.43

OBSERVACIONES

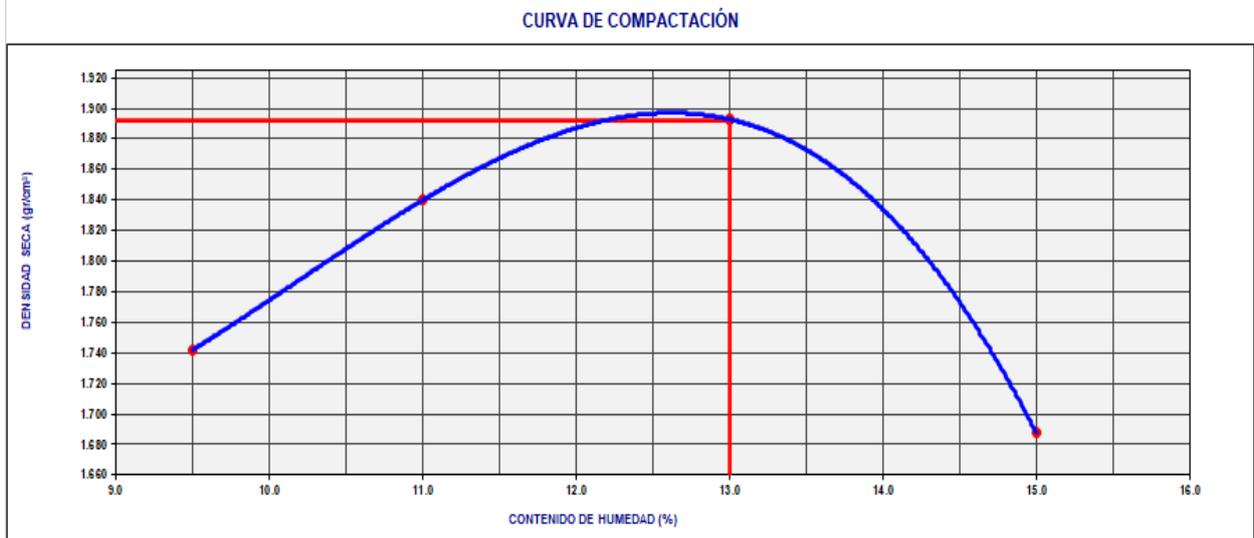
Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -10 - M - 10 PROFUND. : 0.26 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
	FECHA : Feb-21 DEL KM. : 05+000 AL KM :

COMPACTACION				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56			
NUMERO DE CAPAS	5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10704	10916	11057	11075
PESO DE MOLDE (gr)	6131	6131	6131	6131
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4573	4785	4926	4944
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2107	2107	2107	2107
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.176	2.271	2.338	1.976
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.742	1.840	1.893	1.688
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	267.50	318.30	299.00	291.50
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	23.00	21.00	37.00	43.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.50	11.00	13.00	15.00
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.892		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 13.00	



Fuente: Elaboración Propia



TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		FECHA	Feb-21	
CALICATA	C - 10 - M - 10	CARRIL	DERECHO	DEL KM.	05+000
PROFUND.	0.26 - 1.50 Mts.		AL KM	:	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

		1	2	3			
Molde N°		1	2	3			
N° Capa		5	5	5			
Golpes por capa N°		56	25	12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12730	12225	13025			
Peso de molde	(gr)	8424	8060	7805			
Peso del suelo húmedo	(gr)	4306	4165	5220			
Volumen del molde	(cm3)	2302	2290	2325			
Densidad húmeda		1.871	1.819	2.245			
Humedad	(%)	5.34	23.33	30.93			
Densidad seca		1.776	1.475	1.715			
Tarro N°		-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo		390.00	373.00	405.00			
Tarro + Suelo seco	(gr)	370.23	302.45	309.32			
Peso del Agua	(gr)	19.77	70.55	95.68			
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		370.23	302.45	309.32			
Humedad	(%)	5.34	23.33	30.93			
Promedio de Humedad	(%)	5.34	23.33	30.93			

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/02/2021	2:00:00 p. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
23/02/2021	2:00:00 p. m.	24	22.0	0.559	0.440	30.0	0.762	0.600	38.0	0.965	0.760
24/02/2021	2:00:00 p. m.	48	42.0	1.067	0.840	52.0	1.321	1.040	62.0	1.575	1.240
25/02/2021	2:00:00 p. m.	72	59.0	1.499	1.180	65.0	1.651	1.300	75.0	1.905	1.500
26/02/2021	2:00:00 p. m.	96	70.0	1.778	1.400	76.0	1.930	1.520	95.0	2.413	1.900

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		15	0			10	0			5	0		
0.025		22	1			18	1			16	1		
0.050		39	2			33	2			30	1		
0.075		53	3			45	2			43	2		
0.100	70.00	63	3	9.88	14.1	53	3	6.54	9.3	53	3	4.44	6.3
0.150		77	4			67	3			68	3		
0.200	104	86	4	24.29	23.4	77	4	16.21	15.6	78	4	10.78	10.4
0.250		96	5			85	4			89	4		
0.300		110	5			94	5			100	5		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia

Calicata 11



PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 11 LADO: IZQUIERDO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.60	E-2		Material gravoso con limos y de baja plasticidad	GP-GC
0.60	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (14)

Observaciones:					
% Pasa N° 4	47.3		L.L	17.2	Indice Consistencia = 0.00
% Pasa N° 200	2.7		L.P.	NP	Estable
% H. Natural	2.9		I.P.	NP	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



RUC. 20493813652
Cé: 942932814 - 957909503



CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

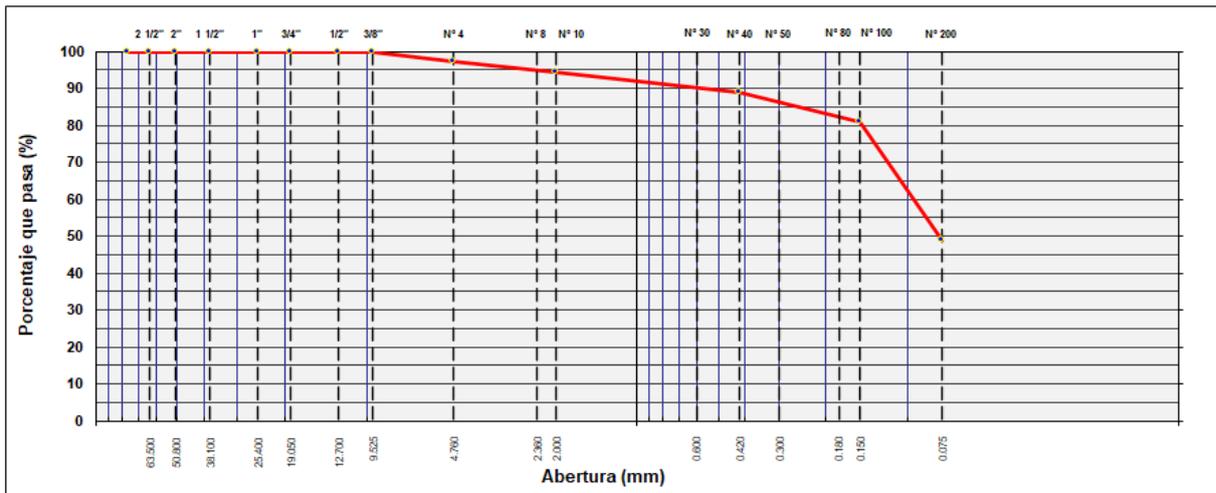
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		FECHA	Feb-21	
CALICATA	C -11 - M - 11	CARRIL:	IZQUIERDO	DEL KM	05+500
PROFUND.	0.26 - 1.50 Mts.		AL KM		
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	255.8 gr
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	37.20 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	12.82 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	24.38 %
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6 (7)
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0		CLASF. SUCCS	=	SC
1/4"	6.350	7.0	1.4	1.4	98.6		Ensayo Malla #200	P.S.Seco. P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	6.6	1.3	2.7	97.3		% Grava	=	2.7 %
# 8	2.360	5.0	1.0	3.7	96.3		% Arena	=	48.5 %
# 10	2.000	5.0	2.0	5.7	94.3		% Fino	=	48.8 %
# 30	0.600	0.0	1.0	6.7	93.3		P.S.H	1010.3	
# 40	0.420	23.0	4.5	11.2	88.8		P.S.S	980.5	
# 50	0.300	12.0	3.0	14.2	85.8		AGUA	29.8	
# 80	0.180	10.0	2.0	16.2	83.8		PESO TARRO	980.5	
# 100	0.150	15.0	2.9	19.1	80.9		SUELO SECO	980.5	
# 200	0.075	165.0	32.1	51.2	48.8		% HUMEDAD	3.0	
< # 200	FONDO	251.0	48.8	100	0.0		Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia
FRACCIÓN		486.0					Coef. Curvatura	-	1.5
TOTAL		500.0					Pot. de Expansión	Medio	Estable

Descripción suelo: Arena arcillosa

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



RUC. 20493813652
Cel: 942932814 - 957909503

CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

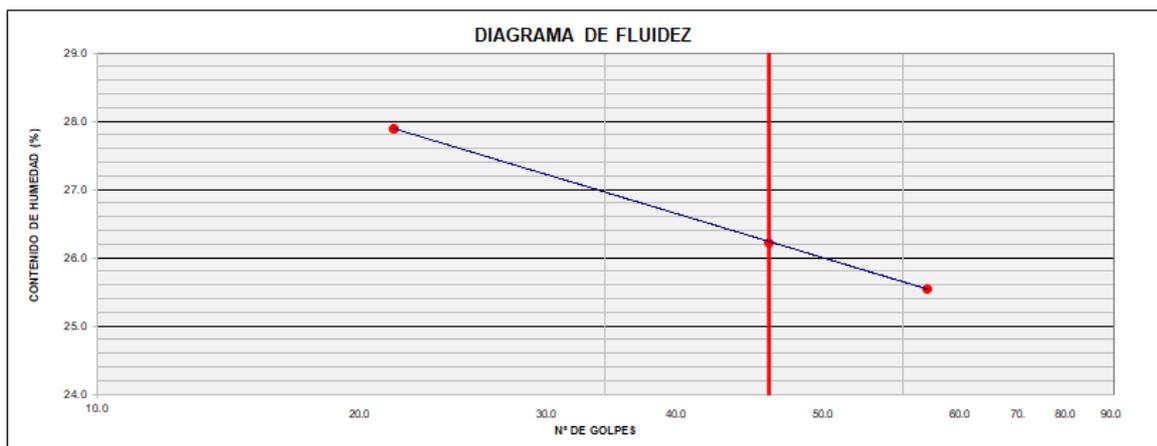
TESIS	"EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR :	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
				JULÓN FLORES, José Luis	
MATERIAL	: TERRENO DE FUNDACION		FECHA	: Feb-21	
CALICATA	: C -11 - M - 11	CARRIL:	IZQUIERDO	DEL KM	: 05+500
PROFUND.	: 0.26 - 1.50 Mts.		AL KM	:	
UBICACIÓN	: CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	50.38	51.92	55.62
TARRO + SUELO SECO	47.80	49.44	52.48
AGUA	2.58	2.49	3.14
PESO DEL TARRO	43.42	42.42	38.49
PESO DEL SUELO SECO	10.10	9.47	11.23
% DE HUMEDAD	25.55	26.22	27.89
Nº DE GOLPES	31	25	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	16	14
TARRO + SUELO HÚMEDO	47.71	50.08
TARRO + SUELO SECO	46.87	49.23
AGUA	0.84	0.85
PESO DEL TARRO	40.33	42.58
PESO DEL SUELO SECO	6.54	6.65
% DE HUMEDAD	12.84	12.80



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.20
LÍMITE PLÁSTICO	12.82
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	24.38

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia



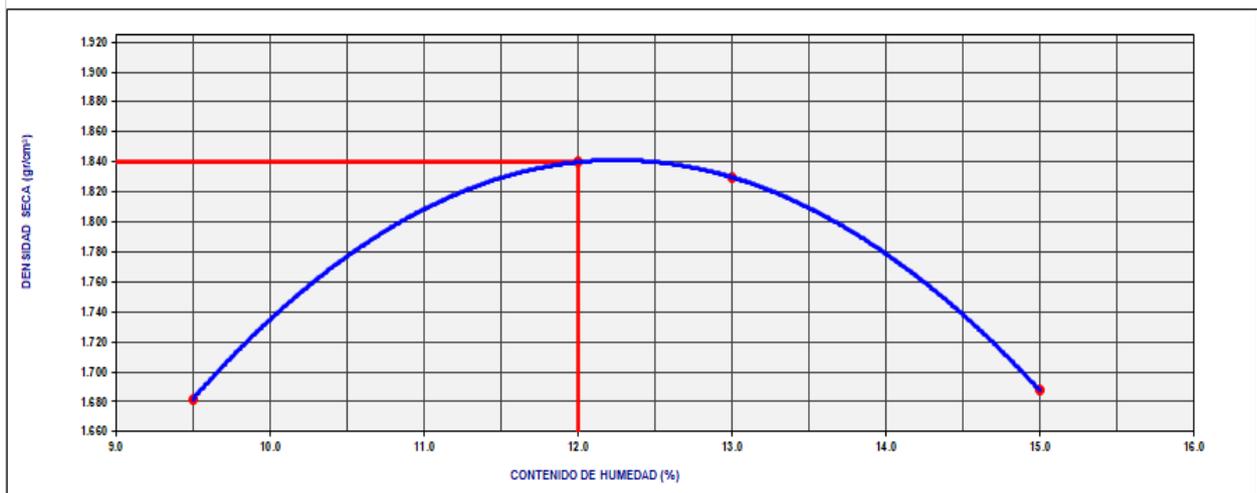
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESIS : "EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION	FECHA : Feb-21	
CALICATA : C -11 - M - 11	CARRIL : IZQUIERDO	DEL KM. : 05+500
PROFUND. : 0.26 - 1.50 Mts.	AL KM :	
UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56			
NÚMERO DE CAPAS	: 5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10704	10916	11057	11075
PESO DE MOLDE (gr)	6131	6131	6131	6131
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4573	4785	4926	4944
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2107	2107	2107	2107
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.176	2.271	2.338	1.976
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.682	1.840	1.830	1.688
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	267.50	318.30	299.00	291.50
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	23.00	21.00	37.00	43.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	241.50	282.00	260.00	249.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.50	12.00	13.00	15.00
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.840	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.00

CURVA DE COMPACTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA : C -11 - M - 11 CARRIL: IZQUIERDO PROFUND. : 0.26 - 1.50 Mts. UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN	HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis FECHA : Feb-21 DEL KM. : 05+500 AL KM :
--	--

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

		1		2		3	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº							
Nº Capa		5		5		5	
Golpes por capa Nº		56		25		12	
Cond. de la muestra							
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12230		13105		12700	
Peso de molde	(gr)	8424		8060		7805	
Peso del suelo húmedo	(gr)	3806		5045		4895	
Volumen del molde	(cm3)	2302		2290		2325	
Densidad húmeda		1.653		2.203		2.105	
Humedad	(%)	5.34		23.33		30.93	
Densidad seca		1.569		1.786		1.608	
Tarro Nº		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		390.00		373.00		405.00	
Tarro + Suelo seco	(gr)	370.23		302.45		309.32	
Peso del Agua	(gr)	19.77		70.55		95.68	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		370.23		302.45		309.32	
Humedad	(%)	5.34		23.33		30.93	
Promedio de Humedad	(%)	5.34		23.33		30.93	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/02/2021	9:00:00 a. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
24/02/2021	9:00:00 a. m.	24	22.0	0.559	0.440	30.0	0.762	0.600	38.0	0.965	0.760
25/02/2021	9:00:00 a. m.	48	42.0	1.067	0.840	52.0	1.321	1.040	62.0	1.575	1.240
26/02/2021	9:00:00 a. m.	72	59.0	1.499	1.180	65.0	1.651	1.300	75.0	1.905	1.500
27/02/2021	9:00:00 a. m.	96	70.0	1.778	1.400	76.0	1.930	1.520	95.0	2.413	1.900

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		5	0			10	0			5	0		
0.025		20	1			19	1			15	1		
0.050		36	2			31	2			25	1		
0.075		49	2			45	2			38	2		
0.100	70.00	61	3	9.88	14.1	53	3	6.54	9.3	50	2	4.44	6.3
0.150		77	4			67	3			68	3		
0.200	104	92	5	24.29	23.4	75	4	16.21	15.6	80	4	10.78	10.4
0.250		103	5			83	4			89	4		
0.300		118	6			92	5			95	5		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C -11 - M - 11

PROFUND. : 0.26 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

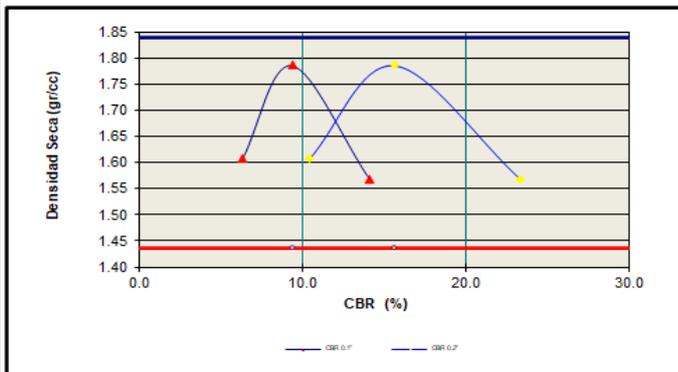
CARRIL: IZQUIERDO

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
: Clever Crespin
: JULÓN FLORES,
: José Luis

DEL KM. : 05+500

AL KM. :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

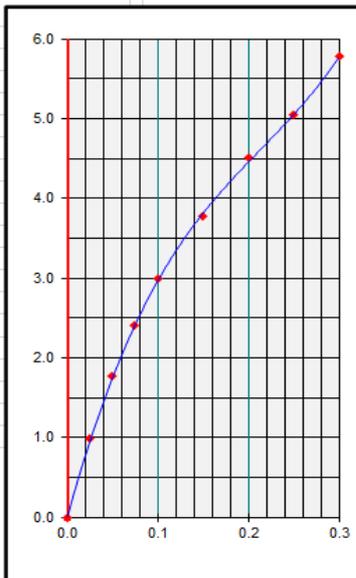


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.1	0.2": 23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 9.3	0.2": 15.6

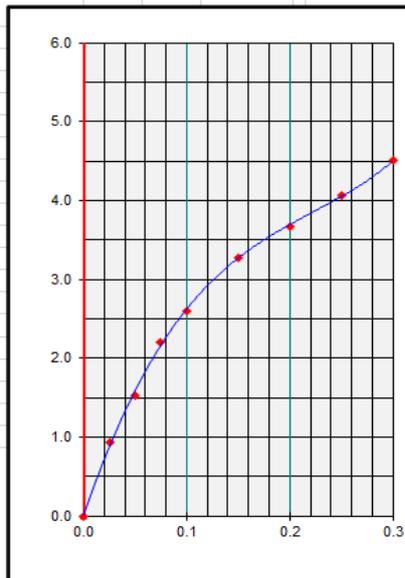
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.840	gr/cc
Óptima Humedad	12.00	%

OBSERVACIONES:

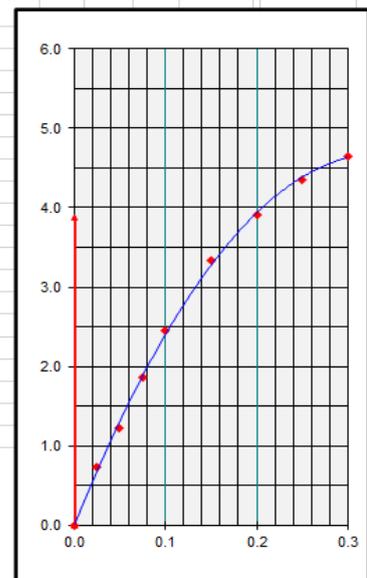
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia

Calicata 12



PERFIL ESTRATIGRAFICO

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

CALICATA 12 LADO: DERECHO

METODO DE EXCAV: A CIELO ABIERTO

FECHA: FEBRERO: 2021

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	Clasificación SUCS-AASHTO
	SUCS	GRAFICO			
0.00	0.10	E-1		Material Granular estabilizado con emulsión	GP
0.10	0.70	E-2		Material afirmado, material gravoso con presencia de arcilla	GC
0.70	1.50	E-3		Arcilla inorganica de plasticidad baja, material de consistencia plastica blanda de color rojizo	CL A-6 (8)

Observaciones:					
% Pasa N° 4	100.0		L.L.	29.47	Indice Consistencia = 0.82
% Pasa N° 200	63.8		L.P.	13.29	Compacto
% H. Natural	16.3		I.P.	16.18	CBR INSITU = 0.0 %

Fuente: Elaboración Propia



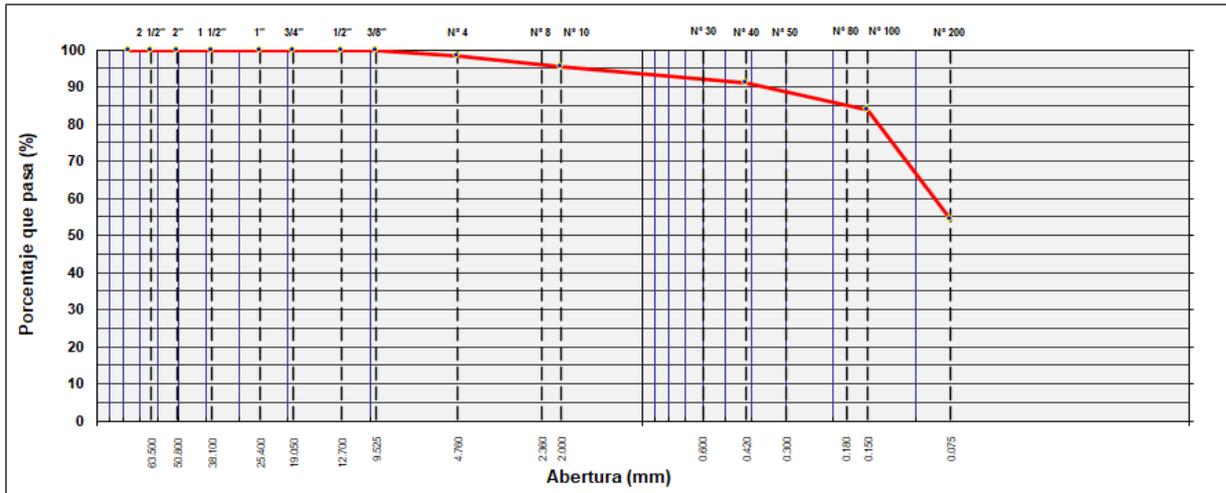
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespín	
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION			JULÓN FLORES, José Luis	
CALICATA	C-12 - M - 12	CARRIL:	DERECHO	FECHA	Feb-21
PROFUND.	0.26 - 1.50 Mts.		DEL KM	06+000	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN		AL KM		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200						PESO TOTAL	=	500.0 gr		
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	229.0 gr		
2"	50.800						PESO FINO	=	500.0 gr		
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	37.20 %		
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	13.29 %		
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	23.91 %		
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-6 (9)		
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0		CLASF. SUCCS	=	CL		
1/4"	6.350	5.0	1.0	1.0	99.0		Ensayo Malla #200	P. S. Seco. : P. S. Lavado : % 200			
# 4	4.760	4.0	0.8	1.8	98.2		% Grava	=	1.8 %		
# 8	2.360	3.0	0.6	2.4	97.6		% Arena	=	44.0 %		
# 10	2.000	2.0	2.0	4.4	95.6		% Fino	=	54.3 %		
# 30	0.600	0.0	1.0	5.4	94.6		P.S.H	=	1010.3		
# 40	0.420	18.0	3.5	8.9	91.1		P.S.S	=	980.5		
# 50	0.300	10.0	3.0	11.9	88.1		AGUA	=	29.8		
# 80	0.180	9.0	2.0	13.9	86.1		PESO TARRO	=	980.5		
# 100	0.150	12.0	2.4	16.3	83.7		SUELO SECO	=	980.5		
# 200	0.075	150.0	29.5	45.8	54.3		% HUMEDAD	=	3.0		
< # 200	FONDO	276.0	54.2	100	0.0						
FRACCIÓN		480.0					Coef. Uniformidad	=	-		
TOTAL		500.0					Coef. Curvatura	=	-		
Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad							Pot. de Expansión	=	Medio		
									Índice de Consistencia	=	1.6
										Estable	

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

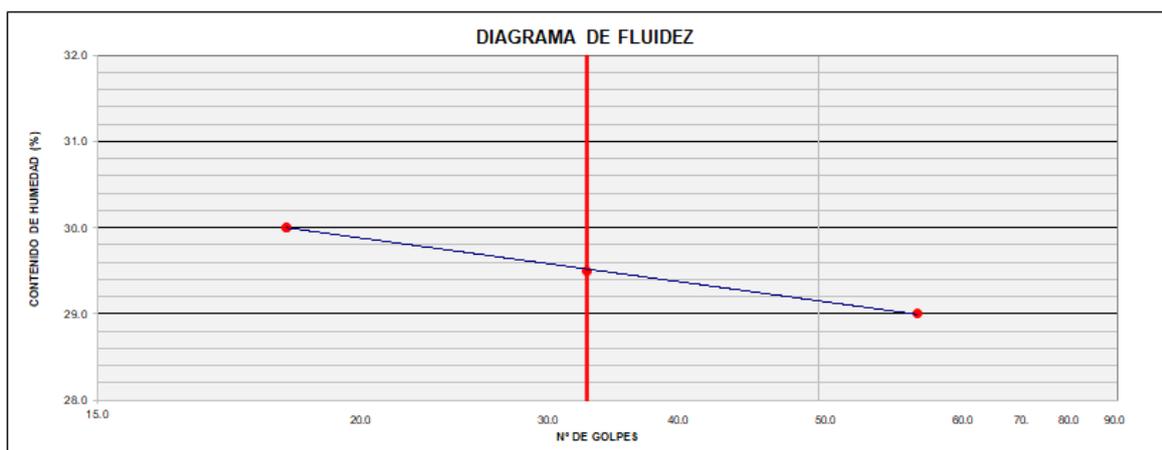
TESIS	"EVALUACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACION CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR :	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin	
				JULÓN FLORES, José Luis	
MATERIAL	: TERRENO DE FUNDACION		FECHA	: Feb-21	
CALICATA	: C -12 - M - 12	CARRIL:	IZQUIERDO	DEL KM	: 06+000
PROFUND.	: 0.26 - 1.50 Mts.		AL KM	:	
UBICACIÓN	: CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN				

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	51.67	50.09	51.39
TARRO + SUELO SECO	49.17	47.35	48.83
AGUA	2.50	2.74	2.76
PESO DEL TARRO	40.40	38.04	39.97
PESO DEL SUELO SECO	8.75	9.31	8.86
% DE HUMEDAD	29.00	29.50	30.00
Nº DE GOLPES	33	24	18

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	24	6
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.53	46.25
TARRO + SUELO SECO	42.94	45.66
AGUA	0.59	0.59
PESO DEL TARRO	38.49	41.23
PESO DEL SUELO SECO	4.45	4.43
% DE HUMEDAD	13.26	13.32



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.20
LÍMITE PLÁSTICO	13.29
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	23.91

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia



TESIS	"EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"		HECHO POR	JIMÉNEZ FLORES, Clever Crespin JULÓN FLORES, José Luis
MATERIAL	TERRENO DE FUNDACION		FECHA	Feb-21
CALICATA	C - 12 - M - 12	CARRIL: DERECHO	DEL KM.	06+000
PROFUND.	0.26 - 1.50 Mts.		AL KM	
UBICACIÓN	CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN			

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra		1		2		3	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°		1		2		3	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12030		13105		12600	
Peso de molde	(gr)	8424		8060		7805	
Peso del suelo húmedo	(gr)	3606		5045		4795	
Volumen del molde	(cm3)	2302		2290		2325	
Densidad húmeda		1.566		2.203		2.062	
Humedad	(%)	5.34		23.33		30.93	
Densidad seca		1.487		1.786		1.575	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo		390.00		373.00		405.00	
Tarro + Suelo seco	(gr)	370.23		302.45		309.32	
Peso del Agua	(gr)	19.77		70.55		95.68	
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco		370.23		302.45		309.32	
Humedad	(%)	5.34		23.33		30.93	
Promedio de Humedad	(%)	5.34		23.33		30.93	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/02/2021	9:00:00 a. m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
24/02/2021	9:00:00 a. m.	24	22.0	0.559	0.440	30.0	0.762	0.600	38.0	0.965	0.760
25/02/2021	9:00:00 a. m.	48	42.0	1.067	0.840	52.0	1.321	1.040	62.0	1.575	1.240
26/02/2021	9:00:00 a. m.	72	59.0	1.499	1.180	65.0	1.651	1.300	75.0	1.905	1.500
27/02/2021	9:00:00 a. m.	96	70.0	1.778	1.400	76.0	1.930	1.520	95.0	2.413	1.900

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		5	0			10	0			5	0		
0.025		20	1			19	1			15	1		
0.050		36	2			31	2			25	1		
0.075		49	2			45	2			38	2		
0.100	70.00	61	3	9.88	14.1	53	3	6.54	9.3	48	2	4.44	6.3
0.150		77	4			65	3			65	3		
0.200	104	92	5	24.29	23.4	75	4	16.21	15.6	80	4	10.78	10.4
0.250		103	5			87	4			95	5		
0.300		120	6			110	5			115	6		
0.400													

Fuente: Elaboración Propia



RUC. 20453813952
Cel: 942832814 - 957909503

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : C -12 - M - 12

PROFUND. : 0.26 - 1.50 Mts.

UBICACIÓN : CARRETERA MORALES – SAN PEDRO DE CUMBAZA - SAN MARTIN

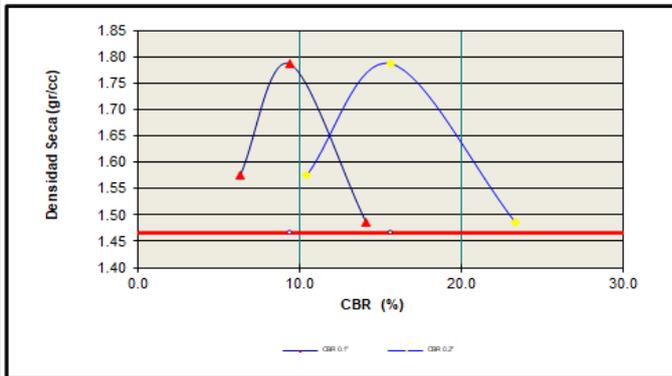
CARRIL: DERECHO

FECHA : Feb-21
HECHO POR : JIMÉNEZ FLORES,
Clever Crespín
JULÓN FLORES,
José Luis

DEL KM. : 06+000

AL KM :

GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

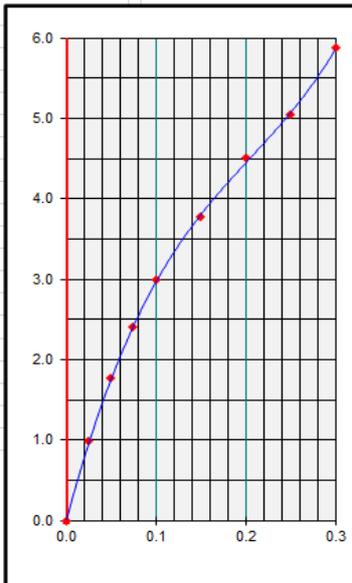


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.1	0.2": 23.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 9.3	0.2": 15.6

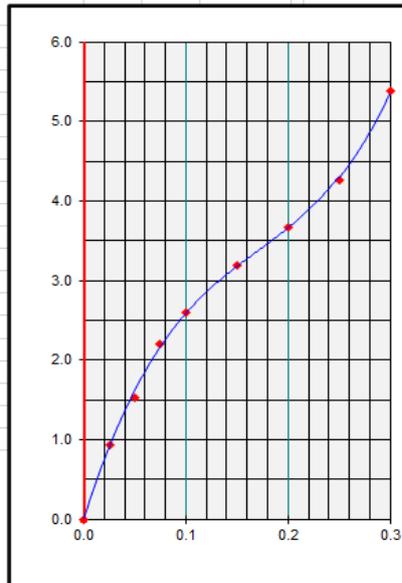
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.880	gr/cc
Óptima Humedad	12.50	%

OBSERVACIONES:

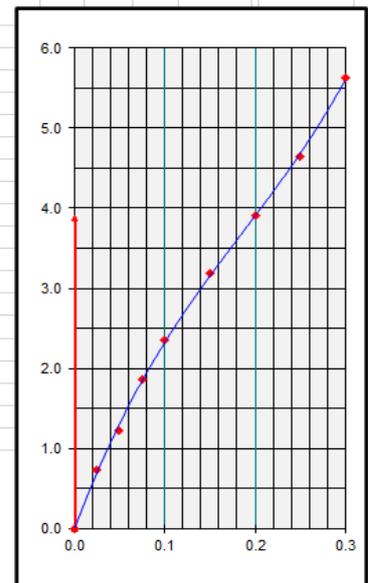
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fuente: Elaboración Propia