

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Civil**

"EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE – PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGIÓN DE MADRE DE DIOS, 2022"

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Christian Andres Lujan De La Torre

Asesor:

Mg. Jvan Jovanovic Aguirre

<https://orcid.org/0000-0003-1609-1704>

Lima - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	NEICER CAMPOS VASQUEZ	42584435
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ERICK HUMBERTO RANBANAL CHAVEZ	42009981
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	RUBEN KEVIN MANTURANO CHIPANA	46905022
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE – PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGIÓN DE MADRE DE DIOS, 2022.

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	15%	3%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	documents.mx Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, por brindar su apoyo día a día y a luchar por mi carrera Además de brindarme la educación, y depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba, sin dudar ni un solo momento de nuestra inteligencia y capacidad. Es por ello doy gracias.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento, a la universidad y a nuestros docentes, en especial consideración a nuestro docente, que, gracias a su conocimiento, paciencia y ayuda nos permitió realizar nuestra investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	42
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Roderas por fallas en la mezcla asfáltica	12
Figura 2: Dosificaciones para los estabilizantes de suelos.....	12
Figura 3: Intercepto para el curado en campo y cámara.....	13
Figura 4: Abultamientos y hundimientos	23
Figura 5: Tipo de carpeta asfáltica según intensidad del tránsito.....	24
Figura 6: Agrietamiento en bloque	25
Figura 7: Magnitud de Ahuellamiento (mm)	25
Figura 8: Características del aceite sulfonado	26
Figura 9: Amortiguamiento	27
Figura 10: Martillo de compactación, Lab	36
Figura 11: Equipo Marshall.....	37
Figura 12: Extractor y Horno	38
Figura 13: Mordaza de muestras.....	39
Figura 14: Muestras del lugar	43
Figura 15: Actividades de conservación vial	44
Figura 16: Niveles de intervención	45
Figura 17: Falla por fatiga	46
Figura 18: Nivel de servicio bajo	46
Figura 19: Nivel de servicio mediano	47
Figura 20: Nivel de servicio alto	47
Figura 21: Fisura por fatiga de severidad alta de 15 m² de área.....	48
Figura 22: PCI en pavimento.....	48
Figura 23: Curvas de valor deducido-piel de cocodrilo	49
Figura 24: Curvas de valor deducido-parches y parches de cortes unitarios	50

Figura 25: Curvas de valor deducido-fisuras longitudinales y transversales	50
Figura 26: Curvas de valor deducido-peladuras y desprendimiento	51
Figura 27: Curvas de valor deducido-fisuras de borde.....	51
Figura 28: Curvas de valor deducido-fisuras longitudinales y transversales	52
Figura 29: Niveles de Intervención.....	54
Figura 30: Curvas de diseño del espesor del afirmado.....	59
Figura 31: Curva granulometría de cantera Quispe	65
Figura 32: Granulometría de las canteras.....	65
Figura 33: Curva granulometría de cantera Tahuamanu	67
Figura 34: Granulometría de las canteras.....	67
Figura 35: Curva granulométrica de las dos canteras al 50% cada una.....	69
Figura 36: Número de golpes VS contenido de humedad	71
Figura 37: Ensayo de laboratorio	72
Figura 38: Ensayo de laboratorio 2.....	73
Figura 39: Densidad seca VS contenido de humedad.....	75
Figura 40: Ensayo en campo.....	75
Figura 41: Contenido de humedad en campo.....	76
Figura 42: Contenido de densidad en campo	76
Figura 43: Densidad seca VS contenido de humedad de las dos canteras.....	77
Figura 44: CBR VS densidad seca.....	80
Figura 45: Penetración	80
Figura 46: CBR VS densidad seca usando aceite sulfonado	83
Figura 47: Penetración de las dos canteras usando aceite sulfonado.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables.....	32
Tabla 2: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos	56
Tabla 3: IMDa Proyectado.....	56
Tabla 4: ESAL Proyectado	57
Tabla 5: Contenido de humedad de cantera Quispe.....	69
Tabla 6: Contenido de humedad de cantera Tahuamanu.....	70
Tabla 7: Determinación de límite Líquido	71
Tabla 8: Determinación de límite líquido las dos canteras	72
Tabla 9: Datos de molde para ensayo	74
Tabla 10: Densidad seca del suelo	74
Tabla 11: Resultados densidad máxima seca y contenido de humedad.....	74
Tabla 12: Densidad seca del suelo de las dos canteras	77
Tabla 13: Densidad seca	78
Tabla 14: Expansión	78
Tabla 15: Penetración.....	79
Tabla 16: Densidad seca de las dos canteras	81
Tabla 17: Expansión de las dos canteras	81
Tabla 18: Penetración de las dos canteras.....	81

RESUMEN

Se identificaron seis fallas en el camino vecinal: fisura transversal, fisura de borde, fisura longitudinal, parches y peladuras, con severidades alta, moderada y baja, obteniendo un PCI de 18. La proyección de ejes equivalentes para un periodo de diseño de 10 años, basada en el estudio de tráfico, arrojó un valor de 2.24×10^5 repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, utilizado como parámetro para el diseño de la capa de rodadura. La cantera Quispe, clasificada según AASHTO como suelo arcilloso tipo A-6 y según SUCS como suelo limo arcilloso tipo CL, mostró un límite líquido de 32.91, límite plástico de 22.91 e índice de plasticidad de 10. La mezcla de suelos de Quispe y Rio Tahuamanu (50% cada uno), clasificada según AASHTO como grava arena arcillosa tipo A-2-4 y según SUCS como arena con arcilla tipo SC, tuvo un límite líquido de 23.64, límite plástico de 15.17 e índice de plasticidad de 8.46. El contenido de humedad fue de 20.5% para Quispe y 15.3% para la mezcla. El CBR de Quispe sin aditivos fue bajo, mientras que la mezcla con aceite sulfonado superó el 40%, cumpliendo los estándares del MTC. Se recomendó una capa de recubrimiento asfáltico TSB sobre la capa estabilizada para mayor durabilidad, junto con una imprimación asfáltica previa. El mejoramiento de suelos de la subrasante en un espesor de 0.60 m es necesario a lo largo del tramo.

Palabras clave: Capa de Rodadura, aceite sulfonado, camino.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el mundo entero es de gran importancia el papel que juega la infraestructura vial, pues de ella depende la libre transitabilidad y el desarrollo de la población. La falta de una infraestructura vial adecuada puede ser un obstáculo para el libre desarrollo de las comunidades rurales. Dado que, las carreteras son los medios de transporte para las personas, animales y de productos públicos o privado, lo cual es indispensable para una adecuada economía en zonas rurales. Ganayaque, Khan y Zhang (2020) afirman:

Cuando las carreteras son de deficiente calidad, por deterioro o su propia construcción, puede ser resultar poco atractiva para inversionistas potenciales, ya que dificultan la transpirabilidad de los vehículos. Por ello, es de gran interés la construcción de una adecuada infraestructura vial y el mantenimiento periódico de las mismas, para garantizar óptimas condiciones de transitabilidad. Las decisiones adoptadas en la rehabilitación de vías dañadas, juegan un rol importante a largo plazo en las zonas afectadas. (p.16)

Por tal motivo, es importante tomar las mejores decisiones sobre los materiales de construcción y los métodos de rehabilitación de las carreteras, con el propósito garantizar impactos sociales y económicos positivos a largo plazo para las comunidades involucradas.

América Latina, es una región con alto índice de zonas rurales que, además, son zonas tropicales con altas precipitaciones fluviales. Muchos países de la región tienen una infraestructura vial poco desarrollado, con carreteras sin asfaltar, o con fallas ocasionadas en la capa de rodadura. García (2017) afirma:

“En el diseño de pavimentos de bajo y de alto volumen de tránsito, tanto las temperaturas altas como extremadamente bajas, afectan a los materiales asfálticos de la superficie de rodado, del mismo modo que afecta a los pavimentos regulares, es decir afecta al Módulo de Rigidez y a la estabilidad de las mezclas.”(p.15).

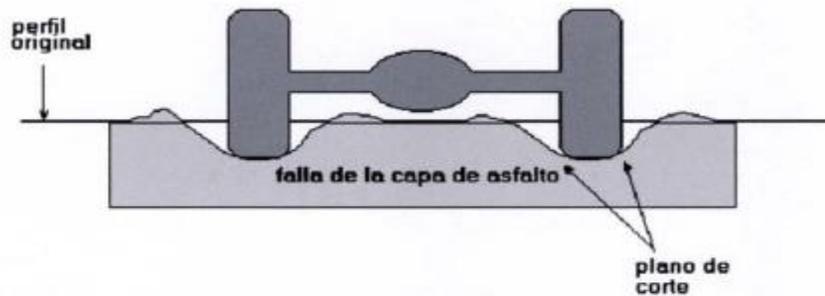


Figura 1: Roderas por fallas en la mezcla asfáltica

Fuente: Padilla, 2013

Por tal motivo, a lo largo de la historia se han estudiado diversos métodos de estabilización, como el reemplazamiento de material in situ con material de cantera o la adición de estabilizadores, como cal, cloruro de sodio o agentes tensoactivos como los aceites sulfonados.

Diversos estudios en Brasil y Colombia, han demostrado las bondades de los aceites sulfonados, en cuanto a mejorar la estabilidad de los suelos con alta humedad, mejorando la impermeabilidad y la resistencia mecánica.

Estabilizantes		Unidad	Cantidad (Para 1 km de vía)
Cemento		t	64
Polvo de ladrillo + cal	Polvo de ladrillo	t	118
	Cal	t	61
Ceniza + cal	Ceniza	t	108
	Cal	t	72
Aceite sulfonado		l	60
Polímero		t	11,7

Figura 2: Dosificaciones para los estabilizantes de suelos

Fuente: Innovial, 2017

En el Perú, se ha podido determinar que la Sierra y Selva de nuestro país soportan altas precipitaciones anuales, estas condiciones climáticas junto a las características de las vías, generan un deterioro rápido de la capa de rodadura. Otro factor importante, es la presencia de arcillas expansivas, que demandan soluciones especiales para su estabilización. Por ello, para el mejoramiento y reforzar las propiedades de dicha capa, el uso de aditivos como aceites sulfonados debería ser imprescindible. Gómez y Silva (2020) afirman:

Los principales efectos que tiene el aceite sulfonado sobre los suelos de matriz arcillosa son: reduce espacios intersticiales, reduce la permeabilidad, incrementa la sedimentación, mejora la respuesta a la compactación y aumenta la densidad del suelo. Los estudios realizados con aceites sulfonados y la evidencia obtenida mediante ensayos realizados en campo, muestran que el sistema de estabilización electroquímica es una alternativa competitiva para disminuir el potencial expansivo de los suelos arcillosos. (p.57)

Parámetro	Límite líquido					Índice de plasticidad				
	k	mc	ma	bc	ba	k	mc	ma	bc	ba
Dosificación Aceite sulfonado (cc/m ³)										
25	4.92	-0.004	-0.022	48	56	5.03	-0.005	-0.027	30	34
50	3.71	-0.004	-0.016	47	58	2.46	-0.005	-0.012	30	34
100	2.78	-0.004	-0.010	48	57	2.58	-0.004	-0.010	29	33

Figura 3: Intercepto para el curado en campo y cámara.

Fuente: Revista Ingeniería y Desarrollo

Según lo indicado en la figura 3, Camacho (2008) afirma:

El efecto colateral del proceso de curado acelerado sobre la plasticidad inicial es menos pronunciado cuando se analiza el proceso mediante el índice de plasticidad que cuando se analiza el límite líquido únicamente. Esto se debe a que el índice de plasticidad depende del límite líquido y del límite plástico, y que las muestras tratadas presentan un aumento en el valor del límite plástico; por ende, el índice de plasticidad, que es la diferencia de estos, es menor. (p.19)

En la región de Madre de Dios, la cual es zona tropical que soporta lluvias durante todo el año, siendo febrero el mes más lluvioso con un promedio de 242 milímetros de lluvia y el mes de julio el menos lluvioso, con 23 milímetros de lluvia. Las abundantes precipitaciones y la susceptibilidad del suelo que conforma las vías carrozables a deteriorarse en presencia de agua, hacen que los caminos vecinales tengan un rápido desgaste. En situaciones como esta, es necesario un mantenimiento periódico de las carreteras que, por cierto, demanda tiempo y dinero. Entonces, es imperativo tomar las mejores decisiones en cuanto a tipos de rehabilitación, mejora o construcción de nuevas vías utilizando aditivos como aceites sulfonados para el mejoramiento de la capa de rodadura, con la finalidad que exista una adecuada durabilidad y utilidad a lo largo del tiempo.

La causa es debido al bajo interés de investigar más sobre estos tipos de aditivos, que refuerzan las propiedades de la capa de rodadura. A consecuencia de no poner en uso estos aditivos, se muestran las diferentes problemáticas como disminución drástica de la resistencia mecánica, aparición de hendiduras, huecos en la vía, entre otros, dificultando la transpirabilidad de la población.

1.2. Antecedentes

De acuerdo, con la situación precedente, se hizo mención sobre antecedentes para conocer como se ha venido tratado el tema, a nivel internacional y nacional, habiéndose identificado las siguientes:

Internacional.

Álvarez y Rojas (2020) en su investigación titulada, “*Comparación de las alternativas de estabilización con cal, cemento, silicato de sodio y aceite sulfonado para vías terciarias con presencia de arcilla en la región de la Orinoquía*”, para una tesis de titulación de la Universidad Santo Tomas de Colombia, cuyo tipo de investigación fue experimental, descriptiva. Donde su objetivo fue evaluar las propiedades mecánicas y características físicas posteriores a la implementación de Agentes estabilizantes (Cal, Cemento, Aceite Sulfonado y Silicato de Sodio) como en su estado inicial replicado en un tramo de 20 metros en el suelo presente en la Vereda las Leonas ubicada entre el municipio de puerto López y puerto Gaitán en el departamento del Meta; concluye que todos los estabilizantes producen un efecto positivo, ya que mejoran las propiedades o características del suelo en factores como la resistencia o la reducción de la plasticidad, en dónde la cal y el cemento reducen este último factor en la misma proporción, presentando reducciones el 24.3%, 9.3% y 100% en los valores de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad respectivamente.

Páez y Díaz (2019) en su investigación titulada, “*Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso*”, para una tesis de titulación de la Universidad Santo Tomas de Colombia, cuyo

tipo de investigación fue experimental. Donde su objetivo fue estudiar el efecto de la adición de aceite sulfonado a través del tiempo en las propiedades dinámicas, módulo de rigidez al corte y amortiguamiento, de un material granular con presencia de arcilla proveniente del sector de Mondoñedo al occidente de la ciudad de Bogotá, utilizando el ensayo de columna resonante. Se concluye que con la inclusión del agente estabilizante a 0 días de curado se presentó un aumento del 60% en el módulo de rigidez comparado con la muestra sin adición, así mismo, las curvas de normalización G/G_0 manifiestan una degradación más rápida del módulo para las muestras sin estabilizar. Para los especímenes sometidos a proceso de curado se evidenció un incremento en la rigidez a 30 días y una disminución para las edades de 60 y 90 días, con una menor degradación del módulo y aumento de las deformaciones a mayor tiempo de maduración. Los resultados sugieren que el efecto del aceite sulfonado sobre el comportamiento dinámico del material es favorable.

Mariani y Arne (2017) en su investigación titulada ,“ *Análisis de la estabilización de un suelo arcilloso utilizando el aditivo CON-AID CBR-PLUS*”, para un artículo de Universidades do Extremo Sul Catarinense de Brasil, cuyo tipo de investigación fue experimental, descriptiva. Su objetivo fue analizar el comportamiento físico y mecánico de un suelo tipo A7-5 (siguiendo la clasificación TRB), luego de la estabilización química con el aditivo CON-AID CBR-PLUS. Se concluye que los resultados encontrados fueron similares en todos los porcentajes para la SSI en muestras sumergidas y expuestas al tiempo, pero en la expansión hubo una disminución del 52,49%, para la dosis sumergida del 0,2%. Los resultados de ISC demostró que el suelo A7-5 del presente trabajo puede ser utilizado

en su estado natural. Con la adición de un 0,2% de aditivo se reduce considerablemente su dilatación, dando lugar a una mayor impermeabilidad del suelo con aditivo.

Sacson y Arns (2015) en su investigación, “*Estabilización de suelos arenosos con aditivo CON-AID CBR-PLUS*”, para un artículo de Universidade do Extremo Sul Catarinense de Brasil, cuyo tipo de investigación fue experimental. Su objetivo fue evaluar la influencia del aditivo CON-AID CBR-PLUS en las propiedades físicas y mecánicas de un suelo de clase A4, bajo contenido de arcilla y limo para utilizarlo como cimentación o incluso como capa de un pavimento. Se concluye que, siguiendo los procedimientos del fabricante, mostraron una disminución en los valores de expansión y un aumento significativo en el Índice de Soporte de California, lo que confirma que la estabilización química, con el uso del aditivo, mejoró sus características físicas y mecánicas, lo que permitió la reducción o incluso eliminación del uso de materiales pétreos en las capas de pavimento.

Krammer y Arns (2013) en su investigación titulada , “*Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo estabilizado químicamente con aditivo CON AID /CBRPLUS para uso en obras de pavimentación*”, para un artículo de Universidades do Extremo Sul Catarinense de Brasil, cuyo tipo de investigación fue experimental. Su objetivo fue evaluar las características de un suelo estabilizado con un aditivo químico, Con-Aid/CbrPlus. Se concluye que, fue posible realizar una comparación entre los parámetros del suelo en estudio, mediante la adición de las diferentes dosis del estabilizador. El suelo en su estado natural, cuando se le aplica la energía de compactación intermedia de Proctor, ya ha mostrado cambios significativos, tanto mecánicos como físicos. Sin embargo, cuando se añadió el

estabilizador, el suelo no presentó cambios significativos en sus parámetros, incluyendo reacciones atípicas en cuanto a su expansión.

Lopez y Veloz (2013), en la tesis “*Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS*”. Evaluó una comparación de las mezclas asfálticas agregando polímeros SBS y SBR. Obteniendo como resultado que agregando SBS la estabilidad incrementa a 88.10% y flujo de 13.3%, por lo tanto recomiendan utilizar polímeros ya que conserva la capacidad estructural y disminuye los costos del mantenimiento preventivo.

Rodríguez (2008), en la tesis “*Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero*”. Evaluó las diferencias entre el asfalto convencional y el asfalto modificado, utilizando ensayo Marshall. Obteniendo como resultado que el asfalto con polímero, tiene mayor capacidad de conservar su estructura, demostrando que el asfalto modificado tiene mejores resultados que el asfalto convencional.

Nacional.

Essenwanger (2021) en su investigación, “*Diseño de suelo estabilizado con cemento y aceite sulfonado de mantenimiento periódico del camino vecinal: circuito de producción Km 15.5 carretera Mazamari-Puerto Ocopa- a Dos de Mayo*”, para una tesis de titulación de la Universidad Privada del Norte del Perú, cuyo tipo de investigación fue experimental, descriptiva. Su objetivo fue mejorar la carpeta estructural del circuito de producción km 15.5 de la carretera denominada Mazamari-Puerto Ocopa a Dos de Mayo, en el departamento de Junín. Se concluye que, el diseño propuesto se basó en la aplicación de un suelo cemento, con aceite sulfonado determinando una mezcla teórica en una proporción

de 70.0% de material coluvial de la cantera Ampliación arco Iris ubicado en el km. 50+043.00 Lado izquierdo y 30.0% material Aluvial de la cantera Tsiriari ubicado en el Km. 0+000 Lado izquierdo obteniendo en la carpeta estructural un CBR mayor a 100% y una plataforma de rodadura impermeable a las precipitaciones pluviales cumpliendo con lo requerido en las especificaciones técnicas de proyecto.

Gamarra y León (2021) en su investigación titulada, “*Uso del aceite sulfonado y cemento en suelos de afirmado para analizar la capacidad de soporte, Cochabamba, Ayabaca 2021*”, para una tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo del Perú, cuyo tipo de investigación fue experimental, descriptiva. Cuyo objetivo fue determinar la influencia del aceite sulfonado y el cemento en suelos de afirmado para analizar la capacidad de soporte Socchabamba, Ayabaca 2021. Se concluye que, en los resultados se ha obtenido que según SUCS es un suelo GC (grava arcillosa con arena) y según AASHTO, suelo A2-4, con un índice de plasticidad de 8%, contenido de humedad de 9.3%. Con la aplicación de aceite sulfonado y cemento se incrementó la máxima densidad seca (MDS), se disminuyó el contenido de humedad óptima (HO). Se logró elevar el índice CBR desde 47.3% hasta 91.2%, 121.0% y 136.3% respectivamente, es decir se incrementó en un 192.8%, 255.8% y 288.1% sobre el valor original.

Gómez y Silva (2020) en su tesis titulada, “*Influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo en la estabilización de la vía Huaylillas-Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020*”, para una tesis de licenciatura de la Universidad Privada del Norte del Perú, cuyo tipo de investigación fue experimental. Su objetivo fue determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas –

Buldibuyo en la provincia de Pataz. Se concluye, que se realizó los ensayos de CBR y Compresión no confinada a las muestras incorporando porcentajes de cemento en 0.5%, 2%, 3.5% y 5% más 0.30 lts/m³ a cada porcentaje de aceite sulfonado (aditivo líquido) para mejorar las propiedades del suelo, con respecto a los resultados se logró aumentar el CBR de 5.8% a 103.8% en la subrasante y de 19.61% a 128.7% en capa superficial de la vía y una resistencia a la compresión no confinada de 14.17 kg/cm² a 30.38 kg/cm².

Hurtado y Ortega (2021) en su investigación titulada “*Estabilización del afirmado con aceite sulfonado y cemento para el diseño vial en Soccos, Ocobamba-Chincheros, Apurímac-2021*”, para una tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo del Perú, cuyo tipo de investigación fue experimental, descriptiva. Cuyo objetivo fue determinar la estabilización de afirmado con el uso de los aditivos aceite sulfonado con cemento en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la superficie de rodadura del diseño vial de la carretera no pavimentada en la comunidad de Soccos, Ocobamba, - Chincheros, Apurímac - 2021. Se concluye que los tres tratamientos elevaron considerablemente el CBR de los ensayos en comparación del valor de la muestra patrón, siendo la dosificación 0.32 lt/m³ de aceite sulfonado y 65 kg/m³ de cemento la que mayor valor de CBR final obtuvo, de 270%.

Manrique (2021) en su investigación titulada, “*Aplicación de aceite sulfonado para mejorar sub rasante en la avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac – 2020*”, para una tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo del Perú, cuyo tipo de investigación fue experimental. Cuyo objetivo fue establecer en qué medida el aceite sulfonado, influye en la estabilización de la sub rasante en la avenida “La Cultura” del distrito de Pacucha, provincia de Andahuaylas en el año 2020, con una muestra que abarca

la primera y segunda cuadra de la Avenida “La Cultura”, distrito de Pacucha. Se concluye que, la variación del porcentaje de CBR con respecto a la cantidad de aceite sulfonado, tomándose el valor de 0,3 lt/m³ agregado a las muestras de suelo natural + un aditivo (cemento) con porcentajes de 1,0%, 1,5% y 2,0% del peso total de la muestra, notándose que el porcentaje de CBR aumenta a medida que el porcentaje de cemento también aumenta, siendo directamente proporcionales, la cantidad de cemento portland tipo I óptima el valor de 1,5% de cemento lo cual nos da un CBR en la progresiva (0+500) de 121%.

1.3. Bases Teóricas.

A continuación, se presentan las bases teóricas de las variables.

1.3.1. Estabilización de Suelos

Gómez y Silva (2020) definen:

“La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación”. (MTC, 2014).

1.3.2. Fallas por insuficiencia estructural

Rico y Del Castillo (2011) definen:

“Las fallas por insuficiencia estructural se producen cuando las combinaciones de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y los respectivos espesores no son los adecuados para que se establezca un mecanismo de resistencia apropiado”.
(p.14)

1.3.3. Flujo Vehicular

Aquispe (2016) define:

“Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para la planificación, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de funcionalidad.” (p.28)

1.3.4. Abultamientos y hundimientos

Montejo (2008) define:

“Ondulaciones transversales sucesivas de la superficie del pavimento, motivadas generalmente por deficiencias de estabilidad de la mezcla asfáltica, aunque también pueden ocurrir por falta de liga entre la capa superior y la subyacente o por excesiva humedad en la subrasante”. (p.181)

Además, pueden formarse por factores como, Aquispe (2016) define:

- Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido cubierto con una carpeta asfáltica.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo)
- Infiltración y acumulación de material en una fisura en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión del suelo de fundación.

- Deficiencias en el drenaje del paquete estructural del pavimento



Figura 4: Abultamientos y hundimientos

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014

1.3.5. Fallas en la carpeta asfáltica

Aquispe (2016) define

“Las fallas superficiales por su parte se presenta en la superficie de la carpeta asfáltica y las acciones de corrección se dirigen a la conservación de la misma, brindando comodidad en cuanto a la fricción y rugosidad que se logra con la colocación de capas asfálticas. Estas fallas son: peladura, desprendimiento de agregados, baches o huecos y fisuras transversales”. (MTC, 2014, p.87)

Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Mezcla en planta de 7.5cm de espesor mínimo
1000 a 2000	Mezcla en planta de 5cm de espesor mínimo
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5cm de espesor mínimo
menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple

Figura 5: Tipo de carpeta asfáltica según intensidad del tránsito

Fuente: Lizcano, 2013

1.3.6. Durabilidad

Castro (2020) define:

“Es la medida de qué tanto puede retener un asfalto sus características originales cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento”.

(Asphalt Institute, 1982, p.17)

1.3.7. Agrietamiento en bloque

Vasques (2002) define:

“Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria).”(p.34)



Figura 6: Agrietamiento en bloque
Fuente: Vásquez, 2002

1.3.8. Ahuellamiento por falla de la capa de mezcla asfáltica

Huamán y Chang (2015) definen:

“Este tipo de ahuellamiento se produce por la incapacidad de una mezcla asfáltica de soportar cargas pesadas, ya que generan deformaciones plásticas en cada pulso de carga las cuales se acumulan generando ahuellamiento en la capa de asfalto. Este ahuellamiento ocurre generalmente en verano, cuando la temperatura del pavimento sobrepasa los 60°C”. (p. 27)

Descripción	Escasa	Moderada	Severa
Ahuellamiento (mm)	< 6 mm	6 a 12 mm	> 12 mm

Figura 7: Magnitud de Ahuellamiento (mm)
Fuente: MTC (2014)

1.3.9. Pavimento

Terrones (2018) define:

“Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitarán y del volumen del tráfico (Vivar, 2004)”

1.3.10. Aceite sulfonado

Camacho et al. (2008) definen:

“Es un compuesto orgánico soluble en agua a la que ioniza aumentando su conductividad y facilitando el intercambio catiónico. Proviene de la fracción naftalénica de la hulla, está compuesto por sulfuros y ácidos el cual produce una reacción permanente cuando está en contacto con la partícula de arcilla”.(p.28).

PROPIEDAD	CARACTERÍSTICA
Densidad específica	1.15
Color	Rojizo
PH	1.1

Figura 8: Características del aceite sulfonado

Fuente: Páez y Días, 2019

1.3.11. Amortiguamiento

Páez y Días (2019) define:

“Proporciona una medida de la capacidad de disipación de energía del suelo y se produce porque la energía almacenada durante un ciclo de carga es superior a la liberada durante la descarga debido a los efectos friccionantes del suelo provocados por el deslizamiento de partículas del mismo”. (Lucero Solis, 2017)

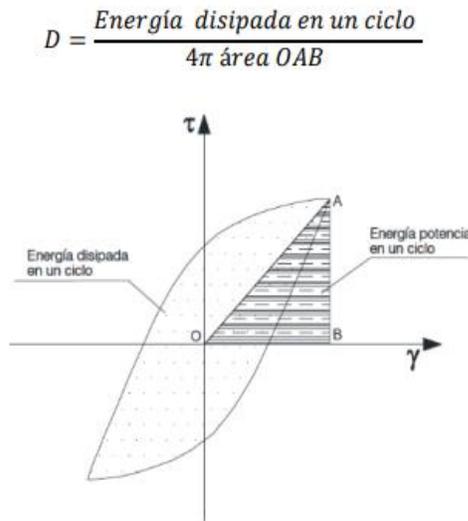


Figura 9: Amortiguamiento

Fuente: Lucero Solis, 2017

1.4. Problema

Problema General.

¿De qué manera influye el aceite sulfonado en el mejoramiento de la capa de rodadura en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022?

Problemas Específicos.

- ¿Cuáles son las fallas típicas que se da en la capa de rodadura y como incide en el comportamiento estructural y superficial, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022?

- ¿Cuál es el porcentaje de aceite sulfonado más adecuado para mejorar el comportamiento mecánico de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022?
- ¿De qué manera se puede mejorar los resultados de los ensayos físicos y mecánicos, incorporando aceite sulfonado en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022 ?
- ¿Es posible validar la propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022 ?

1.5. Objetivos

Objetivo General.

Proponer un diseño de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022

Objetivos Específicos.

- Mencionar y cuantificar los tipos de fallas superficiales y estructurales actuales, que se da en la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.
- Determinar si el uso de aceite sulfonado mencionado en el expediente 0.32 l/m³ incide en el comportamiento mecánico del diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.

- Realizar los ensayos físicos y mecánicos, incorporando aceite sulfonado en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.
- Validar el procedimiento utilizando el juicio experto, para la propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General.

El uso de aceite sulfonado influye significativamente y positivamente en la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.

Hipótesis Específicas

- Las fallas superficiales y estructurales actuales influyen de manera negativa en la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.
- La adición entre 5% al 10% de aceite sulfonado influye significativamente y positivamente en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.
- Los resultados de los ensayos físicos y mecánicos, incorporando aceite sulfonado, influye significativamente y positivamente en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.

- Con el uso de juicio de experto se valida la propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.

1.7. Justificación

Teórica. Esta investigación se realiza con la finalidad de aportar el conocimiento sobre los aditivos existentes que mejoran las propiedades de la capa de rodadura, un claro ejemplo de ello, según lo investigado, es el aceite sulfonado.

Práctica. A nivel Práctico, la tesis se justifica porque, trata un problema concreto como es mejorar la capa de rodadura del camino vecinal de la región de Madre de Dios, mediante un análisis de investigación para evaluar causa- efecto de la problemática y posibles aditivos que generen mejoras.

Metodológica. Se utilizaron técnicas de investigación como la guía de observación, pruebas de laboratorio, mediciones cuantitativas, las cuales nos permitieron obtener resultados que validan nuestra hipótesis general y específica, se considera que podría servir como referencia para trabajos de investigación posteriores.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación se enmarca dentro del tipo descriptivo puesto que según Hernández (2014) define:

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Por lo tanto esta investigación es experimental cuantitativa, ya que se va realizar ensayos en laboratorio y cuantificar la incorporación de aceite sulfonado con el propósito de mejorar la capa de rodadura. La dosificación será de 25,50,75 y 100 cc/m³ de material en la carpeta de rodadura.

2.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación tiene diseño experimental

“Podría definirse como la investigación que se realiza con manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.” (Hernández, 2014, p.152).

- Variable independiente (V1): Incorporación de aceite sulfonado.
- Variable dependiente (V2): Mejorar las propiedades mecánicas de la carpeta de rodadura

Tabla 1: Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Incorporación de aceite sulfonado.	Es un compuesto orgánico soluble en agua a la que ioniza aumentando su conductividad y facilitando el intercambio catiónico. Proviene de la fracción naftalénica de la hulla, está compuesto por sulfuros y ácidos el cual produce una reacción permanente cuando está en contacto con la partícula de arcilla	Dosificaciones adecuadas	Conocimiento de la norma AASHTO y ASTM 25,50,75 y 100 cc/m ³
Mejorar las propiedades mecánicas de la carpeta de rodadura	propiedades mecánicas y reológicas del asfalto tales como la susceptibilidad térmica, la rigidez y la resistencia al envejecimiento, a las deformaciones plásticas y a la fatiga ya sea por factores climatológicos y del tránsito.	Ensayos de resistencia Ensayos de adherencia entre asfalto y agregados Viscosidad y penetración	de Estrategia Planificación Recursos materiales Laboratorio Excel

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Según Arias (2010) define:

La población es un conjunto finito o infinito de elementos, personas o instituciones que son motivo de investigación y tienen características comunes. La cual queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.

En la presente investigación se considera una población finita, puesto que se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio el cual está formado por 12 ensayos de resistencia, 12 ensayos de adherencia entre asfalto y agregados, 12 ensayos de viscosidad y penetración, siendo un total de 36 ensayos

En la propuesta de diseño de la carpeta de rodadura se verificará la graduación de agregados, contenido de asfalto, contenido de agua, densidad, porcentaje de vacíos que cumplan las normas ASTM y AASHTO.

2.2.2. Muestra

Según Hernández (2014) define:

La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectan datos y que tiene que definirse o determinarse de ante mano con precisión.

Con la finalidad de poder determinar la muestra emplearemos el método probabilístico que consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador, las cuales serán 36 ensayos que se realizar con 3 ensayos por dosificación de aceite sulfonado.

La fórmula que se utilizó de describe a continuación:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Z: Es una constante que obedece al nivel de confianza que asignemos.

Para la presente tesis se usará un nivel de confianza del 95% que corresponde un

$Z = 1.96$

p: Proporción de personal que afirma la premisa de la hipótesis (se asume $P = 0.5$)

q: Proporción de personal que rechaza la premisa de la hipótesis (se asume $Q = 0.5$)

e: Margen de error (se asume $5\% = 0.05$)

N: Población (ensayos de adherencia de mezcla asfáltica)

n: Tamaño óptimo de la muestra.

$$n = \frac{1.96^2 * 36 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (36 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 33 \text{ ensayos}$$

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección

2.3.1. Técnicas

Abril (2008) define:

Las técnicas constituyen el conjunto de mecanismos, medios o recursos dirigidos a recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga. Por consiguiente, las técnicas son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento.

Por lo tanto, la técnica que emplearemos para la recolección de datos en laboratorio esta investigación es experimental.

Las técnicas que se utilizarán serán: La observación directa, análisis de materiales, formulas, diseño de mezcla asfáltica, ensayos (resistencia, adherencia, penetración y viscosidad)

Emplearemos para la recolección de datos en laboratorio en esta investigación es experimental.

- La observación directa.
- Hojas de cálculo (Excel)
- Análisis de materiales.
- Fórmulas
- Diseño de mezclas
- Ensayos de laboratorio
- Trabajos de gabinetes (Cálculos y procesos de datos en Excel)

2.3.2. Instrumentos

Hernández et al. (2010) señalan que un instrumento de medición es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente.

Algunos de los instrumentos para recabar información son, el cuestionario, la guía entrevistada, las pruebas objetivas y las escalas de actitudes, cámara fotográfica, Para el recojo de la información en el presente estudio se utilizó una ficha de observación.

Para la investigación los instrumentos y equipos:

- Molde de Compactación: Consiste en una placa de base plana, molde y collar de extensión cilíndricos. El molde de un diámetro interior de 101.6 mm (4") y altura aproximada de 76.2 mm (3"); la palca de base plana y el collar son ser intercambiables. Es conveniente que el molde este provisto con agarraderas.
- Martillo de compactación con base plana circular de apisonado de 98,4 mm (3 7/8") de diámetro, equipado con un pisón de 4.54 kg (10 lb) de peso total, cuya altura es

de caída de 457.2 mm (18”).



Figura 10: Martillo de compactación, Lab

- Equipo Marshall para la medición y la rotura de las probetas será mecánica con una velocidad uniforme de desplazamiento de 50.8 mm/min. Con un motor eléctrico unido al mecanismo pistón de carga.



Figura 11: Equipo Marshall

- Extractor de muestras de Asfaltos. Para extraer la probeta compactada del molde, esde acero, en forma de disco con diámetro de 100 mm (3.95”) y 12.7 (1/2”) de espesor.
- Horno. El horno deberá estar provisto de control termostático, capaz de mantener la temperatura requerida con un error menor de 3 °C (5 °F) se emplea para calentar los agregados, material asfáltico, conjunto de compactación y muestra.



Figura 12: Extractor y Horno

- Mordaza. Consiste en dos segmentos cilíndricos, con un radio de curvatura interior de 50.8 mm (2”) de acero enchapado para facilitar la fácil limpieza. El segmento inferior que terminará en una base plana, provista de dos varillas perpendiculares a la base y que sirven de guía al segmento superior. El movimiento de este segmento se efectuará sin rozamiento apreciable.



Figura 13: Mordaza de muestras

- Baño. El baño para agua, de 150 mm (6") de profundidad mínima y controlado termostáticamente para mantener la temperatura a $60^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ ($140^{\circ} \pm 1.8^{\circ} \text{F}$), deberá tener un falso fondo perforado o estar equipado con un estante para mantener las probetas por lo menos a 50.8 mm (2") sobre el fondo del tanque.
- Balanzas para pesar agregados y asfalto de 5kg de capacidad, y sensibilidad de 1gr. Para pesar probetas compactadas de 2 kg. De capacidad y sensibilidad de 0.1 gr.
- Tamices. Conformados por: 50 mm (2"), 37.5 mm (1 1/2"), 25 mm (1"), 19.0 mm (3/4"), 12.5 mm (1/2"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 300 μm (N° 50), 75 μm (N° 200).
- Termómetros blindados. De 10°C a 232°C (50°F a 450°F) para determinar las

temperaturas del asfalto, agregados y mezcla, con sensibilidad de 3°C.

- Discos de Papel Filtrante de 4 pulg.
- Recipientes de dos litros de capacidad para calentar los agregados y para mezclar el asfalto y agregado.
- Discos de Papel Filtrante de 4 pulg.
- Parafina o gasolina
- Guantes de cuero. Para poder manipular el equipo caliente,
- Crayola o tinta líquida para identificar las probetas.
- Bandejas taradas.
- Espátulas.

2.4. Procedimiento

Previo a los ensayos, se procedió a revisar el expediente del proyecto, de esta manera se pueda cuantificar las fallas superficiales usando al PCI como instrumento para dar la valoración a las fallas del pavimento, siendo las más usuales (piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, abultamiento y hundimientos, corrugación, depresión, fisuras de borde, fisuras longitudinales y transversales, parches y pulimientos de agregados). Luego de ello, se realizará el muestreo y ensayos de laboratorio introduciendo 0.32 l/m³ de aceite sulfonado en la capa de rodadura, así como se menciona en el expediente, será necesario cumplir las normas adecuadas para la correcta toma de resultados. Una vez trabajado todos los ensayos, se procederá a hacer la validación de los resultados, en la cual se usará el método de juicio de experto, para ello se escogerán 5 especialistas que haya practicado temas

relacionados a la investigación, de esta manera se podrá evaluar y determinar que tanto por ciento incide la capa de rodadura, antes y después de introducir el aceite sulfonado.

2.5. Aspectos éticos

Se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, también contamos con la autorización de la institución en estudio para recolectar la información necesaria, dicha información será usada solo con fines académicos, basándose en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

El trabajo es inédito, innovador y me someto en cualquier momento del desarrollo de esta investigación y si es posible después de ella al antiplagio para determinar que mi trabajo es de autoría propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Mencionar y cuantificar los tipos de fallas superficiales actuales, que se da en la capa de rodadura.

3.1.1 Ubicación y Accesibilidad

El área de estudio se encuentra ubicada el distrito de Iberia, de la provincia de Tahuamanu, del departamento de Madre de Dios. Desde el punto de vista geográfico se ubica entre el sector occidental del llano amazónico; la vía se ubica entre los paralelos 11° 18' 35'' y 11° 23' 52'' de Latitud Sur, y entre los meridianos 69° 39' 02'' y 69° 29' 28'' de Longitud Oeste.

En coordenadas UTM se ubica en:

- Poblado de Iberia (inicio): N8740275, E446360 (290 m.s.n.m.)
- Fin de Tramo: N8749150, E449894 (320 m.s.n.m.)

El ámbito regional la zona de estudio se caracteriza por presentar la unidad Fisiográfica de Llanura Amazónica, la que se caracteriza por presentar una superficie ondulada, con pendientes menores a 8° disectada por numerosas quebradas y ríos. Este territorio se encuentra cubierto casi en su totalidad por depósitos Plio- Pleistocénicos incipientemente diagenizado a no diagenizado perteneciente a la formación Madre de Dios, siendo el actual agente modelador de la superficie las aguas por esorrentía superficial.

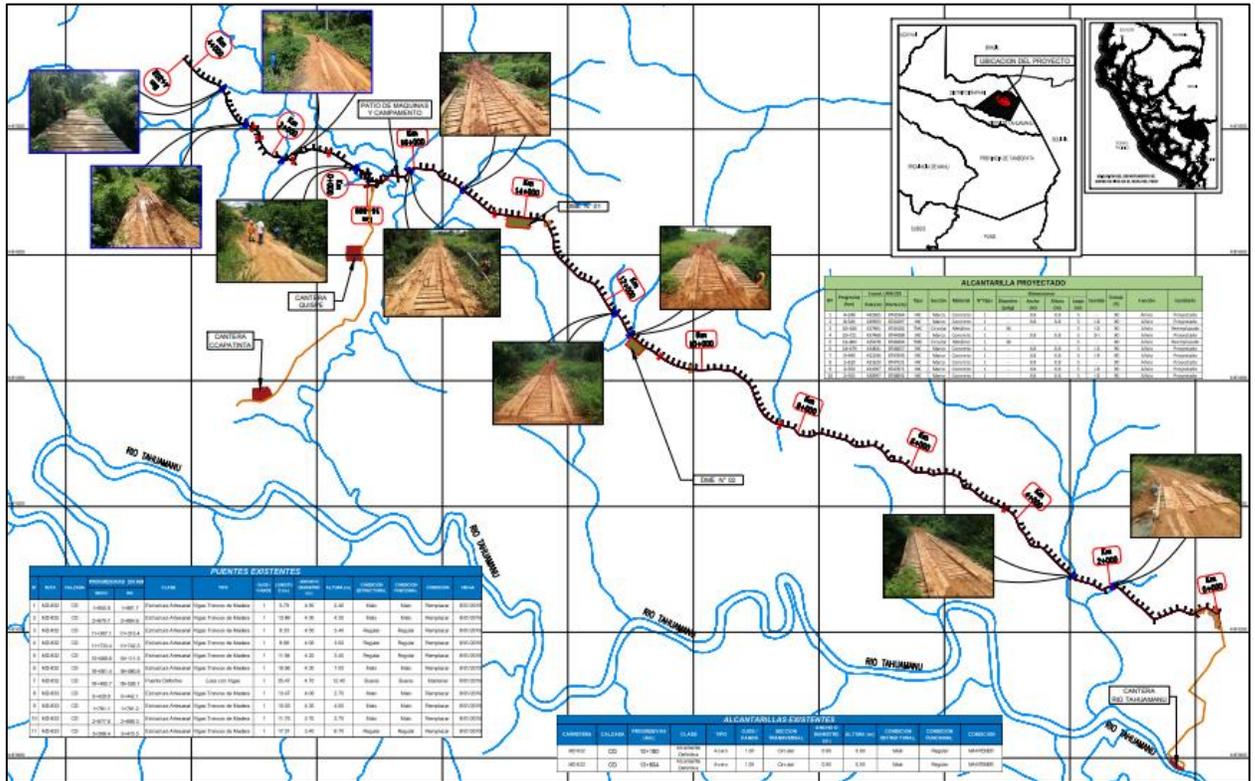


Figura 14: Muestras del lugar

3.1.2. Fallas superficiales

Para determinar las fallas superficiales fue necesario usar el Índice de condición del pavimento PCI, de esta manera se analiza el deterioro del pavimento y se evalúa todos los aspectos realizando un reconocimiento preliminar si la condición sea funcional, estructural, por los materiales, etc.

- **Índice de condición del pavimento:** “Condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo, para su elección es necesario considerar los métodos de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento” (Martínez, 2020, p.23).

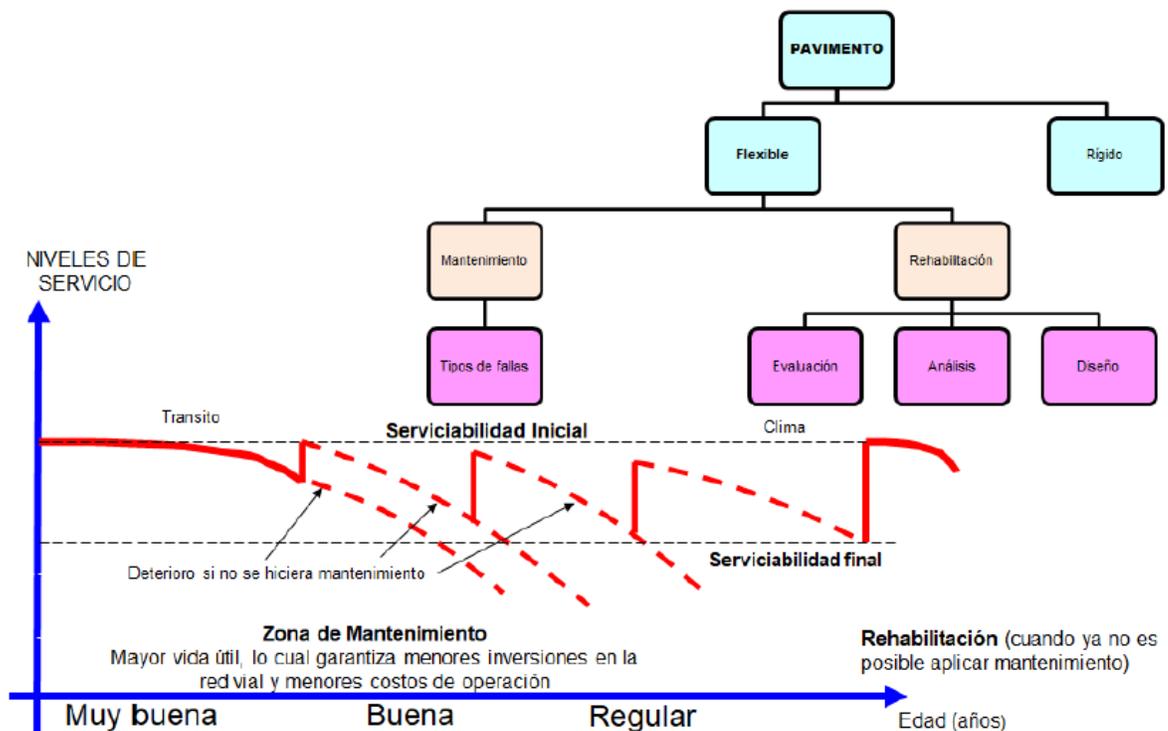


Figura 15: Actividades de conservación vial

Fuente: MTC-Norma

RANGO DEL PCI	COLOR	TIPO DE MANTENIMIENTO
86 - 100 EXCELENTE		MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PREVENTIVO
71 - 85 MUY BUENO		<ul style="list-style-type: none"> • Sello de fisuras • Parches • Lechadas asfálticas
56 - 70 BUENO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO
41 - 55 REGULAR		<ul style="list-style-type: none"> • Recapado
26 - 40 POBRE		REHABILITACIÓN MAYOR <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo carpeta asfáltica
11 - 25 MUY POBRE		RECONSTRUCCIÓN
0 - 10 FALLADO		<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo base granular y carpeta asfáltica

Figura 16: Niveles de intervención

Fuente: MTC-Norma

Después de realizar el índice de condición del Pavimento, se observó los siguientes tipos de fallas:

3.1.2.1. Falla por fatiga

Son una serie de fisuras causada por la fatiga de superficie de capa asfáltica debido al tráfico de vehículos, comienza debajo del área del concreto asfáltico, donde se producen fuerzas de tensión por consecuencia deformación por efecto de las cargas de los neumáticos.



Figura 17: Falla por fatiga

3.1.2.1 Niveles de servicio

Se considera

- **L (bajo).**- Grietas muy finas longitudinales que se dan de forma paralela unas a otras o solo pocas grietas de interconexión, no presenta desprendimiento.



Figura 18: Nivel de servicio bajo

- **M (Mediano).**- son la piel de cocodrilo, todas las piezas permanecen en su lugar de manera segura, (buena fijación de los agregados)



Figura 19: Nivel de servicio mediano

- **H (alto).**- Las redes de fisuras han crecido de tal manera que las piezas están bien separadas inclusive con desprendimiento de los agregados en el perímetro de las piezas.



Figura 20: Nivel de servicio alto

La forma de medición es metros cuadrados de superficies de área.

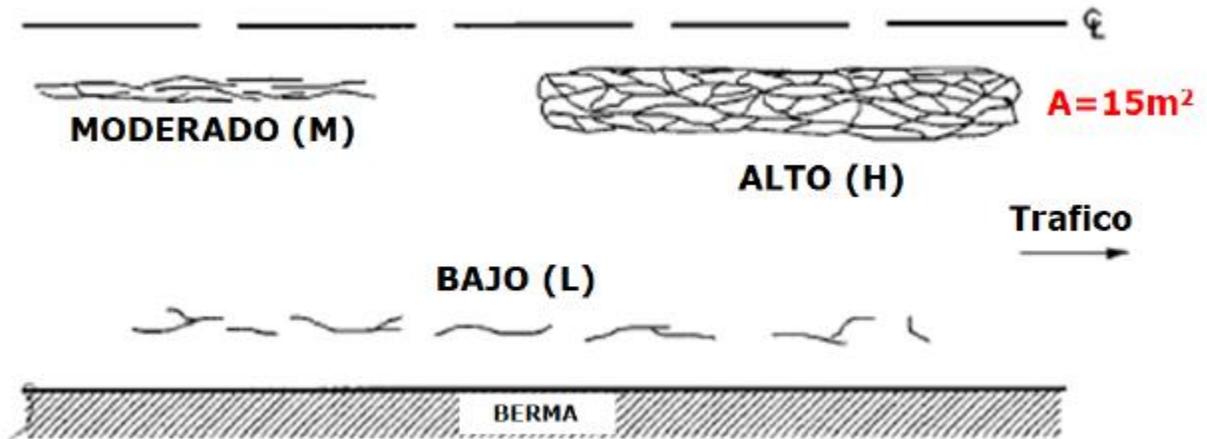


Figura 21: Fisura por fatiga de severidad alta de 15 m² de área

Las fallas consideradas en PCI se muestran en la siguiente figura:

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	Grieta Piel de Cocodrilo	m ²
2	Exudación de Asfalto	m ²
3	Grietas de Contracción (Bloque)	m ²
4	Elevaciones - Hundimiento	M
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grietas de Borde	M
8	Grietas de Reflexión de Juntas	M
9	Desnivel Calzada - Hombrillo	M
10	Grietas Longitudinal y/ó Transversal	M
11	Baches y Zanjas Reparadas	m ²
12	Agregado Pulidos	N°
13	Huecos	m ²
14 *	Cruce de Rieles	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Deformación por Empuje	m ²
17	Grietas de Deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y Desintegración	m ²

Figura 22: PCI en pavimento

Fuente: ASTM D6433-03

Para la muestra se tomó un ancho de 7.2 metros y de largo 50 metros, siendo una muestra de 360 m², se consideró estas dimensiones; ya que el tipo de falla era repetitiva en toda lo largo del pavimento.

REGISTRO	FALLA	SEVERIDAD	MEDICION	UND	DENSIDAD (%)	DEDUCCIONES (D)
F1	Piel de cocodrilo	H (alto)	72.00	m2	20.00%	71
F5	Parches	L (bajo)	18.00	m2	5.00%	9
F3	Fisura Longitudinal	M (moderado)	30.00	ml	8.33%	18
F6	Peladera	L (bajo)	18.00	m2	5.00%	4
F2	Fisura de borde	H (alto)	30.00	ml	8.33%	21
F4	Fisura transversal	H (alto)	20.00	ml	5.56%	24

Piel de Cocodrilo

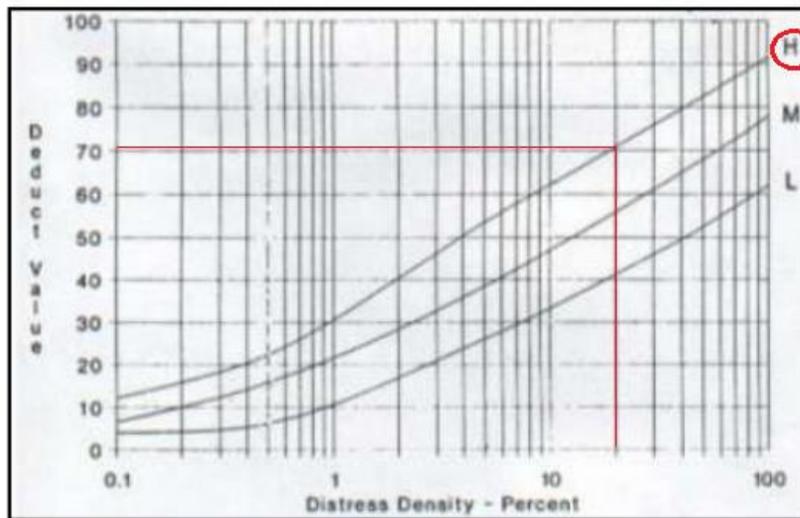


Figura 23: Curvas de valor deducido-piel de cocodrilo

Parches y parches de cortes utilitarios

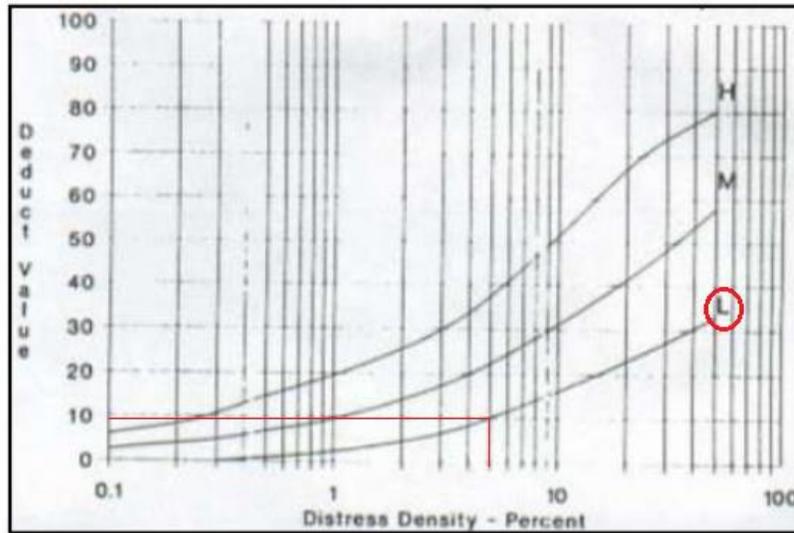


Figura 24: Curvas de valor deducido-parches y parches de cortes unitarios

Fisuras longitudinales y transversales

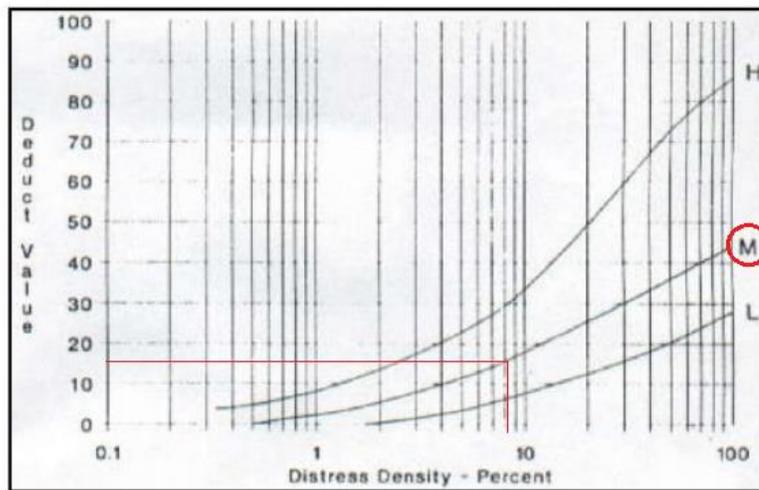


Figura 25: Curvas de valor deducido-fisuras longitudinales y transversales

Peladura y desprendimiento

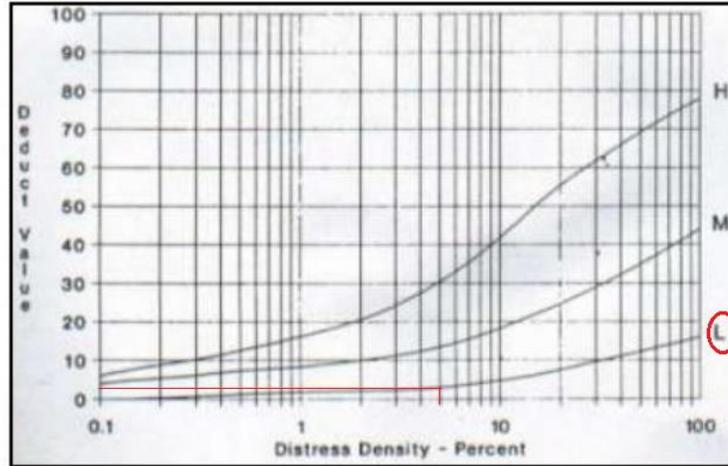


Figura 26: Curvas de valor deducido-peladuras y desprendimiento

Fisuras de borde

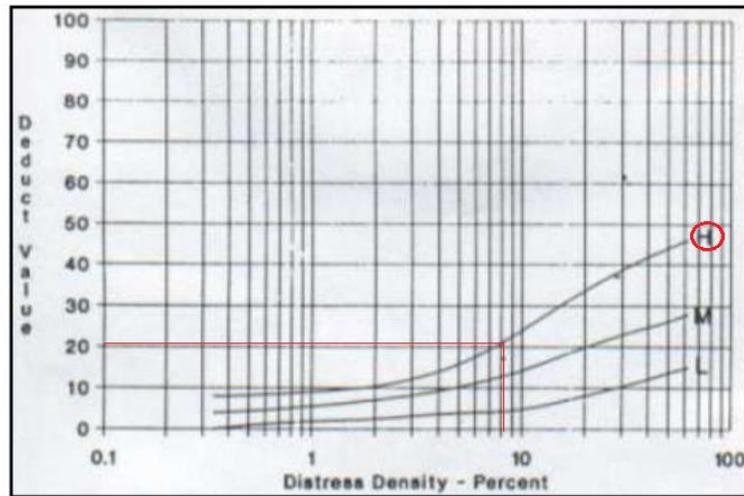


Figura 27: Curvas de valor deducido-fisuras de borde

Fisuras longitudinales y transversales

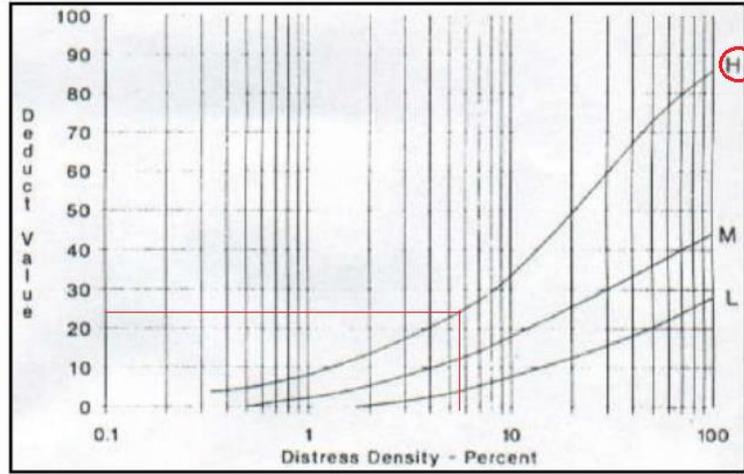
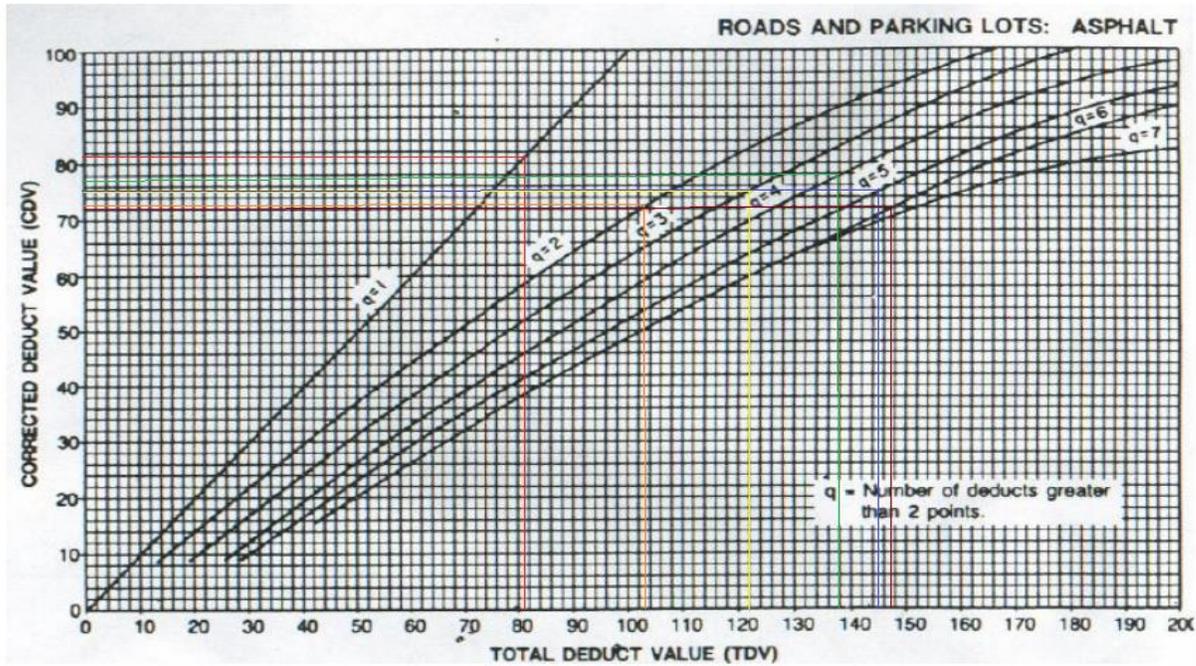


Figura 28: Curvas de valor deducido-fisuras longitudinales y transversales

						DM		DMC
71	24	21	18	9	4	147	q6	72
71	24	21	18	9	2	145	q5	76
71	24	21	18	2	2	138	q4	77
71	24	21	2	2	2	122	q3	75
71	24	2	2	2	2	103	q2	73
71	2	2	2	2	2	81	q1	82



REGISTRO	FALLA	SEVERIDAD	MEDICION	UND	DENSIDAD (%)	DEDUCCIONES (D)	m	q	DMC	PCI=100-DMC(máx)	
F1	Piel de cocodrilo	H (alto)	72.00	m2	20.00%	71	DM	3.7	6.00	72	100-82 =18
F4	Fisura transversal	H (alto)	20.00	ml	5.56%	24			5.00	76	
F2	Fisura de borde	H (alto)	30.00	ml	8.33%	21			4.00	77	18
F3	Fisura Longitudinal	M (moderado)	30.00	ml	8.33%	18			3.00	75	
F5	Parches	L (bajo)	18.00	m2	5.00%	9			2.00	73	
F6	Peladera	L (bajo)	18.00	m2	5.00%	4			1.00	82	

Donde:

D= valores de la deducción (de las curvas del valor deducido)

DM= Deducción máxima

m= Número de deducciones reales

DMC=Deducción máxima corregida

q= Factor que representa la cantidad de fallas que produce un impacto más considerable en el pavimento

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - DM) \leq 10$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 71) \leq 10$$

$$m = 3.77 \leq 10$$

Por lo tanto el PCI= 18

Niveles de Intervención		
RANGO DEL PCI	COLOR	TIPO DE MANTENIMIENTO
86 - 100 EXCELENTE	Verde	MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PREVENTIVO
71 - 85 MUY BUENO	Verde claro	<ul style="list-style-type: none"> Sello de fisuras Parches Lechadas asfálticas
56 - 70 BUENO	Amarillo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
41 - 55 REGULAR	Amarillo claro	<ul style="list-style-type: none"> Recapado
26 - 40 POBRE	Naranja	REHABILITACIÓN MAYOR
11 - 25 MUY POBRE	Naranja oscuro	RECONSTRUCCIÓN
0 - 10 FALLADO	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo base granular y carpeta asfáltica

Figura 29: Niveles de Intervención

Por lo tanto, se tiene que realizar una reconstrucción de la carpeta de rodadura.

3.2. Determinar el porcentaje de aceite sulfonado que mejor incide en el comportamiento mecánico del diseño de la carpeta de rodadura.

3.2.1. Análisis de Tráfico

Para el cálculo del número de ejes equivalentes, se ha utilizado la información del estudio de tráfico, en el cual se determina el volumen de vehículos calculados mediante conteos. A continuación, se indica los IMD reportados en el informe antes mencionado:

Clasificación E-01		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	0	0.00
Stación Wagon	0	0.00
Camionetas	0	0.00
Micro	0	0.00
Bus 2E	0	0.00
Bus 3E	0	0.00
Camión 2E	0	0.00
Camión 3E	7	28.00
Camión 4E	0	0.00
Semi trayler	18	72.00
Trayler	0	0.00
TOTAL	25	100.00

3.2.2. Factores Destructivos

El procedimiento para el cálculo de los factores destructivos ha sido el siguiente:

- Primero se calculó los factores destructivos por carga, para cada tipo de vehículo, acorde a lo recomendado por la AASHTO.
- Se tomaron los factores destructivos por presión neumática, para cada tipo de vehículo, en función a los valores establecidos por el MTC.

- Se agruparon los factores destructivos por carga y presión neumática por cada tipo de vehículo.

Tabla 2: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 m})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Sección Suelos y Pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – Perú.

Con lo anteriormente indicado y con la información del Estudio de Tráfico se muestra la proyección del estudio del tráfico total (IMDa proyectado a 10 años).

Tabla 3: IMDa Proyectado

N.º	Cod. Estación	Nombre de la Estación	Tramo	IMD 2021	IMD 2030
01	E-1	Desvío	EMP. PE 30C – PTA. CARRETERA	25	43

3.2.3. Número de repeticiones de eje equivalente

En el método de diseño de AASHTO 1993 se requiere calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en función de las cargas de tráfico, el factor de crecimiento y el número de años mediante la siguiente ecuación:

$$ESAL = \sum_{i=1} \left[IMD_i * FD_i * \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] * Fc * Fd * 365$$

Dónde:

ESAL: Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn.

Fd: Factor direccional. = 0.5

Fc: Factor carril = 1.0

IMD: Índice medio diario anual

r: Tasa de crecimiento de cada vehículo = 5.9%

n: Número de años para el diseño = 10

En la siguiente tabla se muestran los resultados de ESAL calculados:

$$ESAL = 365 * 0.5 * 1.0 * \left[7 * 2.265 + 18 * 4.735 \right] \left[\frac{(1 + 0.059)^{10} - 1}{0.059} \right]$$

Tabla 4: ESAL Proyectado

	Estaciones	IMD	10 años	20 años
Sector	E-1	25	2,24E+05	6,71E+05

Finalmente, el ESAL para el periodo de diseño para cada tramo se presenta a continuación:

Tramo	ESAL
1	2,24E+05

3.2.4. Valor Relativo de soporte (CBR)

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

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

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

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

3.2.5. Diseño de Pavimentos - Método del Manual de Carreteras del MTC

El Ministerio de Transportes en su manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, adoptó para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado la ecuación propuesta en el Método NAASRA (Nacional Association of Australian State Road Authorities), hoy AUSTRROADS, que relaciona el valor soporte del suelo (C.B.R.) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

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

Donde:

e: Espesor de capa de Afirmado en mm

C.B.R.: Valor de C.B.R. de la Subrasante

Nrep: Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

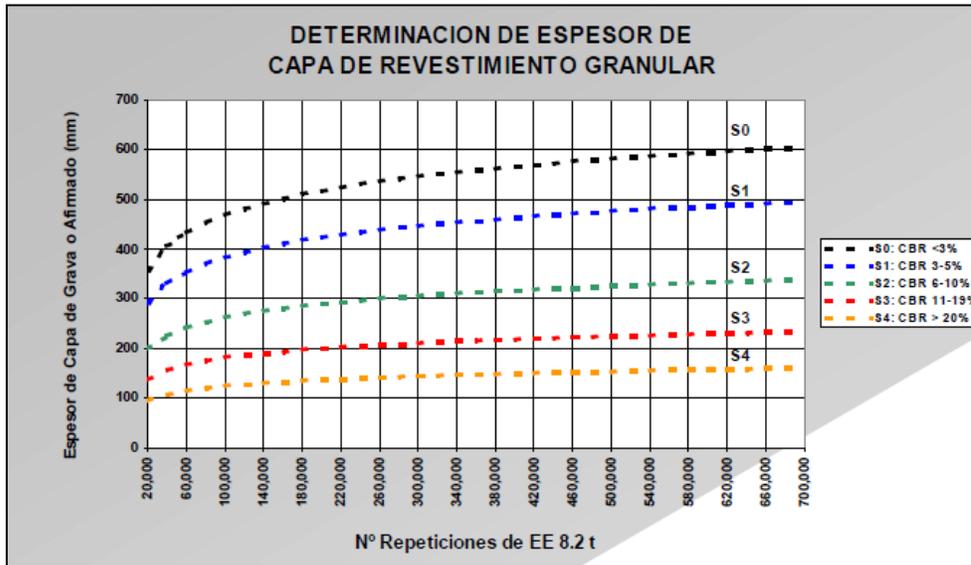


Figura 30: Curvas de diseño del espesor del afirmado.

3.2.6. Estructura del Pavimento a nivel de Solución Básica

Recubrimiento:

Con la finalidad de dar protección a la capa estabilizada y teniendo en cuenta las condiciones geométricas y climáticas de la zona y a pedido de la entidad según Oficio N.º 1186-2019-MTC/21.GE, se define la colocación de Tratamiento Superficial bicapa (TSB) como recubrimiento en el tramo 01 MD-63 y la parte urbana de Pacahuara del Tramo 02 MD-63.

Las soluciones básicas empleada son los pavimentos económicos, para lo cual se presenta 2 alternativas, las cuales serán evaluadas según costo:

- ✓ Alternativa 1: Sistema 1: Aditivo Liquido 0.34 l/m³ con Aditivo Solido 1.5% en peso del material
- ✓ Alternativa 2: Sistema 2: Aceite Sulfonado 0.32 l/m³ con Cemento Portland Tipo I en 2.5% en peso del material.

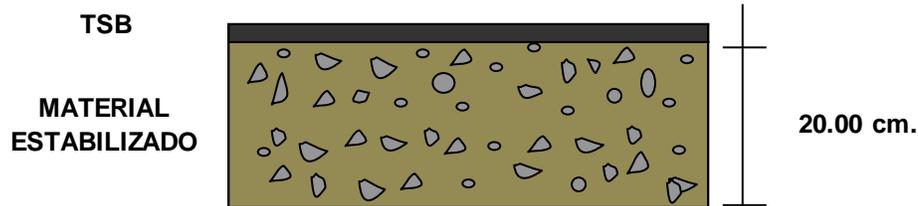
Las alternativas indicadas, cumplen con los requerimientos técnicos para ser empleados como materiales de la capa de rodadura. Sin embargo, dado que estas cumplen con la parte técnica, se deberá realizar una evaluación económica de las alternativas mostradas, con lo cual se determina la alternativa técnica a colocar como capa de rodadura.

Como Recubrimiento asfáltico de protección se colocará un Tratamiento Superficial Bicapa (TSB), sobre una capa de rodadura tratada con estabilizador Aceite Sulfonado en dosificación dosificado 0.32 litros /m³, más Cemento Portland Tipo I en dosificación 2.5% en peso del material.

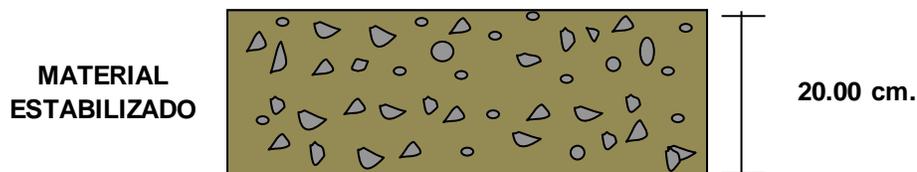
Tramo	Inicio (Km)	Fin (Km)	Recubrimiento	Estabilizador	Espesor de capa granular Estabilizada (m)
1 (Ruta MD)	00+000	16+86	Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)	Sistema 2: Aceite Sulfonado + Cemento Portland	0.20
2 (Ruta MD)	00+000	0+30	Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)	Sistema 2: Aceite Sulfonado + Cemento Portland	0.20

00+300	4+20	No	Sistema 2: Aceite Sulfonado + Cemento Portland	0.20
--------	------	----	--	-------------

Tramo 1: Ruta MD



Tramo 2: Ruta MD



3.2.7. Recomendaciones Constructivas

Para el procedimiento constructivo se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Para el caso de material de relleno, en caso se eleve la rasante, se deberán que empelar materiales de las canteras estudiadas en las condiciones siguientes:

Mezcla de Canteras: Cantera Ccapatinta km 16+720 (50%) con Cantera Rio Tahuamanu km 00+000 (50%), con adición del ADITIVO QUIMICO **Estabilizador Enzimático**, en la dosificación de 0.033 l/m³; de acuerdo a los resultados de ensayos de laboratorio.

Mezcla de Canteras: Cantera Quispe km 16+720 (50%) con Cantera Rio Tahuamanu km 00+000 (50%), con adición del ADITIVO QUIMICO

Estabilizador Enzimático, en la dosificación de 0.033 l/m³; de acuerdo a los resultados de ensayos de laboratorio.

Esta actividad se ejecutará en concordancia a Rellenos o Terraplenes con Estabilizador Enzimático.

- Para el caso de Mejoramiento de Suelos de la Subrasante, en la cual no se contemple la elevación de rasante (mantener rasante), el procedimiento a seguir considera el empleo de materiales existentes (suelo natural arcilloso) con adición de material de la cantera Rio Tahuamanu, en las proporciones siguientes: Suelo Natural (50%) con Cantera Rio Tahuamanu (50%), con adición del ADITIVO QUIMICO **Estabilizador Enzimático**, en la dosificación de 0.033 l/m³; este proceso reducirá los volúmenes de transporte de material y la remoción de los suelos naturales.
- Luego de la culminación de los rellenos y/o mejoramientos de suelos, se colocará la capa de rodadura que consiste en una mezcla de materiales de canteras con adiciones de aditivos estabilizadores de suelos.
- La capa estabilizada estará compuesta de los siguientes materiales:

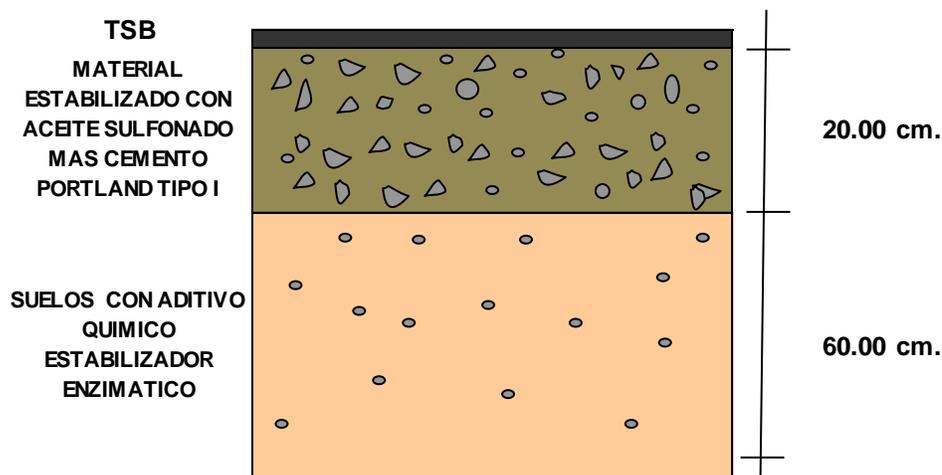
Mezcla de Canteras: Cantera Ccapatinta km 16+720 (50%) con Cantera Rio Tahuamanu km 00+000 (50%), con adición del Aditivo Estabilizador SISTEMA 2, en la dosificación de: **Aceite Sulfonado** 0.32 l/m³ más **Cemento Portland Tipo I** en 2.5% en peso del material.

Mezcla de Canteras: Cantera Quispe km 16+720 (50%) con Cantera Rio Tahuamanu km 00+000 (50%), con adición del Aditivo Estabilizador SISTEMA 2,

en la dosificación de: **Aceite Sulfonado** 0.32 l/m³ más **Cemento Portland Tipo I** en 2.5% en peso del material.

La colocación de la capa estabilizada deberá cumplir con los requerimientos de las especificaciones técnicas correspondientes.

- Luego de la colocación de la capa estabilizada, se deberá colocar una imprimación asfáltica (para el Tramo I Ruta MD-63 y para los 300m iniciales del Tramo II MD-63), la cual llevará recubrimiento bituminoso; para lo cual se deberá emplear emulsión asfáltica especial para imprimación, de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Finalmente sobre la imprimación asfáltica (para el Tramo I Ruta MD-632 y para los 300m iniciales del Tramo II MD-633), se deberá colocar una capa de recubrimiento asfáltico tipo Tratamiento Superficial Bicapa (TSB), con empleo de agregados de la cantera Chancadora Ortiz Reynoso (Orbes Agregados), de acuerdo a las especificaciones técnicas correspondientes.



3.3 Resultados de ensayos mecánicos y físicos, para el mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado.

3.3.1 Clasificación de suelos

El procedimiento se realizó para la cantera Quispe, obteniéndose:

Material inicial de 2468 gramos

Porcentaje que pasa por la malla 1/4" es 100%

Porcentaje que pasa por la malla N° 4 es 99.9 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 50 es 97.1%

Porcentaje que pasa por la malla N° 100 es 96.0 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 200 es 90.6 %

Siendo las características en % de grava del 0.1 % , % de arena 9.3% y % de fino del 90.6 %, el cual tiene como Límite líquido 32.91 ,Limite plástico del 22.91 e índice de plasticidad de 10.

La clasificación de acuerdo a lo mencionado anteriormente

Según AASHTO es un suelo arcilloso tipo A-6

Según SUCS es un suelo es limo arcilloso tipo CL

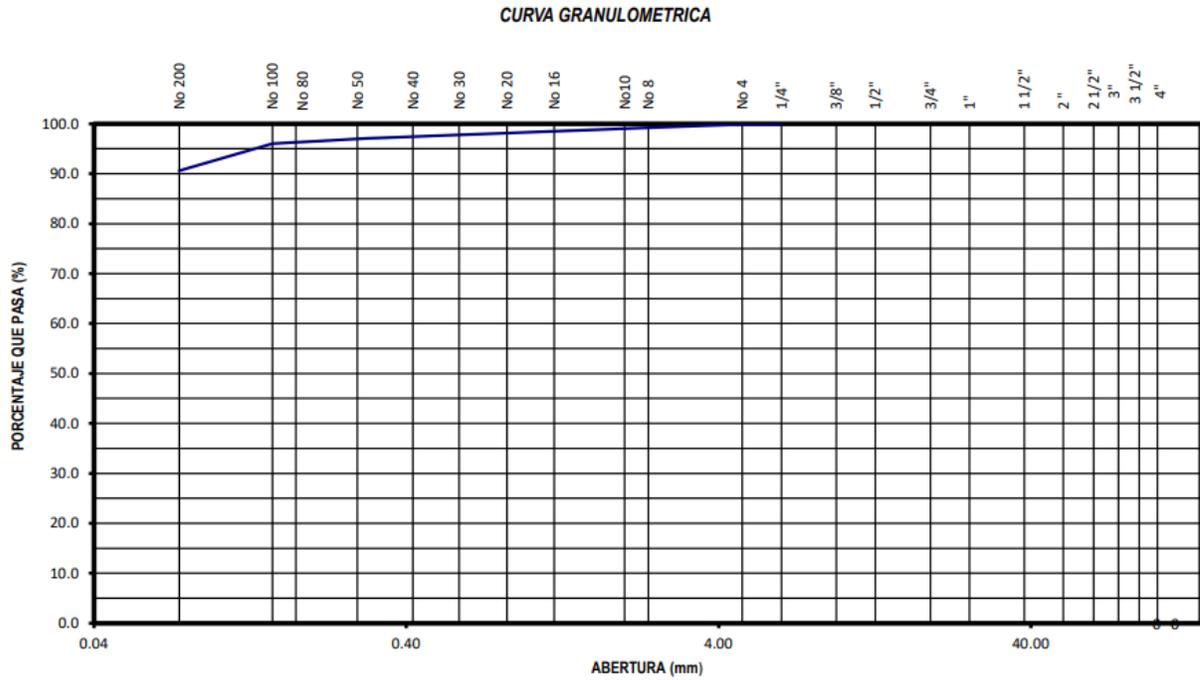


Figura 31: Curva granulométría de cantera Quispe



Figura 32: Granulometría de las canteras

El procedimiento se realizó para la cantera Tahuamanu, obteniéndose:

Material inicial de 2769 gramos

Porcentaje que pasa por la malla 1/4" es 100%

Porcentaje que pasa por la malla N° 4 es 99.9 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 10 es 98.8%

Porcentaje que pasa por la malla N° 20 es 96.6 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 40 es 84.9 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 50 es 68.8 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 60 es 50.3 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 80 es 29.7 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 100 es 23.2 %

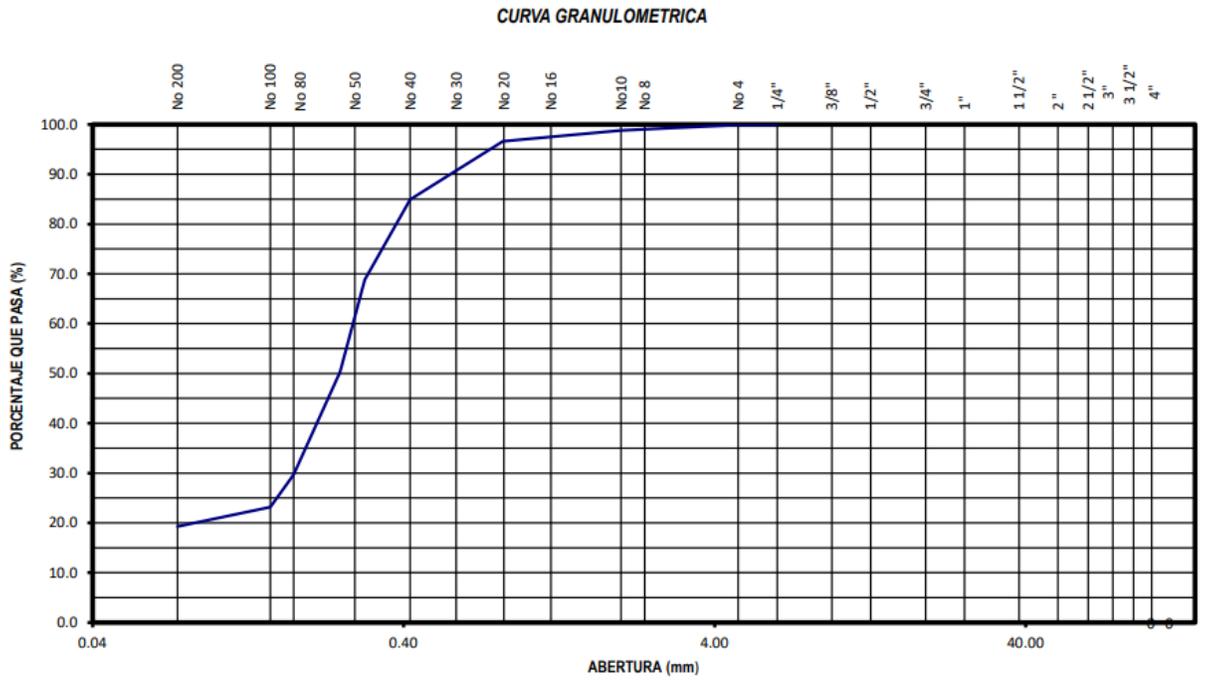
Porcentaje que pasa por la malla N° 200 es 19.3 %

Siendo las características en % de grava del 0.1 %, % de arena 80.6 % y % de fino malla 200 del 19.3 %.

La clasificación de acuerdo a lo mencionado anteriormente

Según AASHTO el suelo presenta grava arena arcillosa tipo A-2-4

Según SUCS el suelo presenta arena con limos tipo SM



El procedimiento se realizó para la cantera Quispe 50% y Rio Tahuamanu 50%,

obteniéndose:

Material inicial de 2468 gramos

Porcentaje que pasa por la malla 1/4" es 100%

Porcentaje que pasa por la malla N° 4 es 99.9 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 50 es 61.2 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 100 es 45.2 %

Porcentaje que pasa por la malla N° 200 es 34.4 %

Siendo las características en % de grava del 0.2 %, % de arena 65.5 % y % de fino malla 200 del 34.3 %, el cual tiene como Límite líquido 23.64, Límite plástico del 15.17 e índice de plasticidad de 8.46.

La clasificación de acuerdo a lo mencionado anteriormente

Según AASHTO el suelo presenta grava arena arcillosa tipo A-2-4

Según SUCS el suelo presenta arena con arcilla tipo SC.

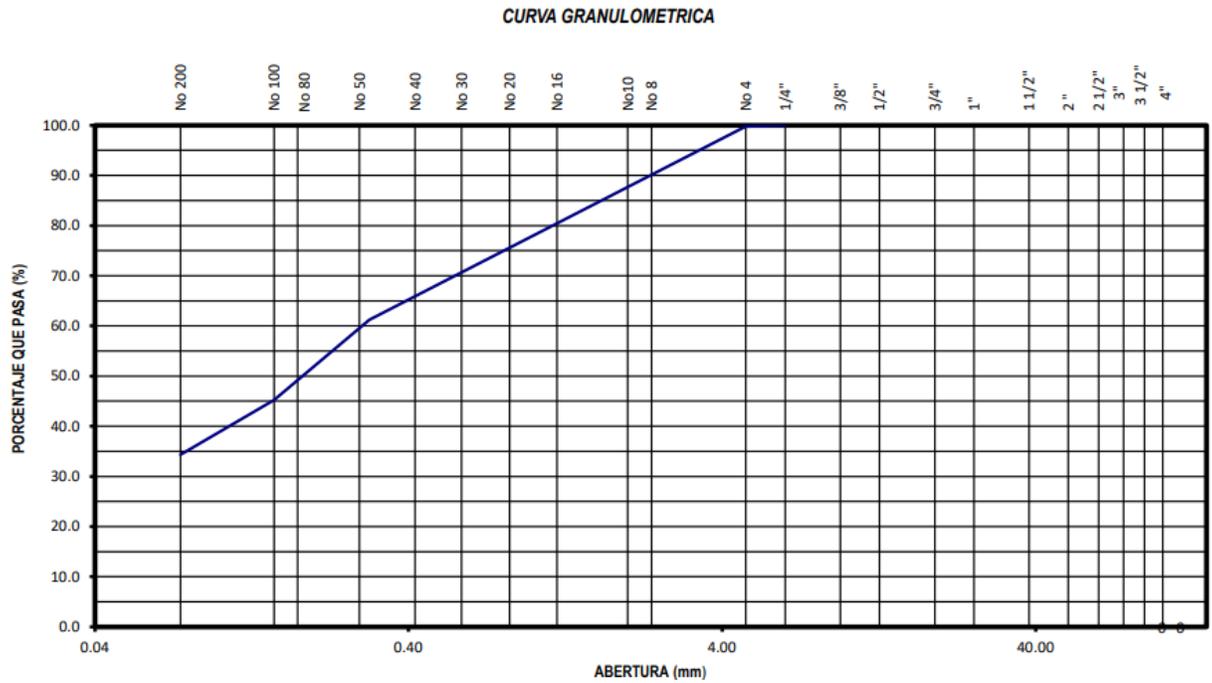


Figura 35: Curva granulométrica de las dos canteras al 50% cada una

3.3.1 Contenido de humedad

Para cantera Quispe

- $\text{Peso de agua contenida} = \text{Peso de la tara} + \text{muestra húmeda (gr)} - \text{Peso de la tara} + \text{muestra seca (gr)} = 428 - 355.2 = 72.8 \text{ gramos}$
- $\text{Peso de la muestra seca (gr)} = \text{Peso de la tara} + \text{muestra húmeda (gr)} - \text{Peso del agua contenida (gr)} = 428 - 72.8 = 355.2 \text{ gramos}$
- $\text{Contenido de Humedad (\%)} = (\text{Peso del agua contenida (gr)} / \text{Peso de la muestra seca (gr)}) * 100\% = (72.8 / 355.2) * 100\% = 20.50$

Tabla 5: Contenido de humedad de cantera Quispe

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	428.0	428.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	355.2	355.2

Peso del agua contenida (gr)	72.8	72.8
Peso de la muestra seca (gr)	355.2	355.2
Contenido de Humedad (%)	20.5	20.5
Contenido de Humedad Promedio (%)		20.5

Para cantera Rio Tahuamanu

- $\text{Peso de agua contenida} = \text{Peso de la tara} + \text{muestra húmeda (gr)} - \text{Peso de la tara} + \text{muestra seca (gr)} = 479 - 415.4 = 63.6 \text{ gramos}$
- $\text{Peso de la muestra seca (gr)} = \text{Peso de la tara} + \text{muestra húmeda (gr)} - \text{Peso del agua contenida (gr)} = 479 - 63.6 = 415.4 \text{ gramos}$
- $\text{Contenido de Humedad (\%)} = (\text{Peso del agua contenida (gr)} / \text{Peso de la muestra seca (gr)}) * 100\% = (63.6 / 415.4) * 100\% = 15.3\%$

Tabla 6: Contenido de humedad de cantera Tahuamanu

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	479.0	479.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	415.4	415.4
Peso del agua contenida (gr)	63.6	63.6
Peso de la muestra seca (gr)	415.4	415.4
Contenido de Humedad (%)	15.3	15.3
Contenido de Humedad Promedio (%)		15.3

3.3.3 Limite de consistencia

Para cantera Quispe

Para la determinación de limite líquido para tres muestras para 23 golpes se obtuvo 33.01 % de contenido de humedad, con 25 golpes se obtuvo 32.93 % de contenido de humedad y para 27 golpes se obtuvo 32.81% de contenido de humedad, siendo su promedio de 32.91%.

Tabla 7: Determinación de límite Líquido

Determinación de limite liquido

Descripción	Unidad	Muestras		
Nº CAPSULA	(g)	C	D	B
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	76.38	72.38	83.23
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	69.18	65.63	77.18
PESO DE AGUA	(g)	7.20	6.75	6.05
PESO DE LA TARA	(g)	47.37	45.13	58.74
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.81	20.50	18.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.01	32.93	32.81
NUMERO DE GOLPES		23	25	27

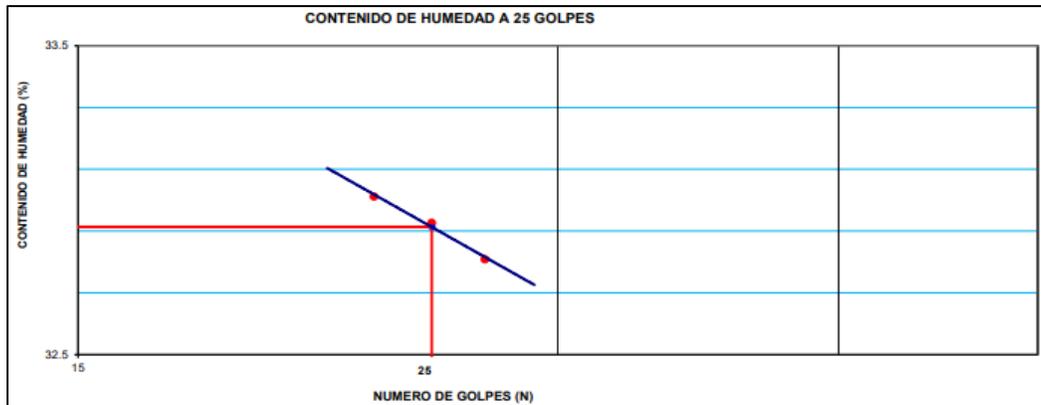


Figura 36: Número de golpes VS contenido de humedad



Figura 37: Ensayo de laboratorio

Para cantera Quispe 50% + cantera Rio Tahuamanu 50%

Para la determinación de límite líquido para tres muestras para 23 golpes se obtuvo 24.16 % de contenido de humedad, con 25 golpes se obtuvo 23.52 % de contenido de humedad y para 27 golpes se obtuvo 23.27 % de contenido de humedad, siendo su promedio de 23.64 %.

Tabla 8: Determinación de límite líquido las dos canteras

Determinación de límite líquido				
Descripción	Unidad	Muestras		
N° CAPSULA	(g)	C	D	B
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	79.64	78.64	79.45
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	73.36	72.26	75.54
PESO DE AGUA	(g)	6.28	6.38	3.91

PESO DE LA TARA	(g)	47.37	45.13	58.74
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.99	27.13	16.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.16	23.52	23.27
NUMERO DE GOLPES		23	25	27



Figura 38: Ensayo de laboratorio 2

3.3.4 Relación densidad/ Humedad (Proctor)

Para cantera Quispe

El molde escogido fue uno de 4" con un volumen de 958.55 y un peso de molde 3888 gramos, se utilizó 5 capas, con 25 golpes, se realizaron 4 ensayos, dando como resultados la densidad máxima seca MDS 1.685 gr/cm³ y un contenido de humedad de 15.4 %.

Tabla 9: Datos de molde para ensayo

Molde N° 1	Diámetro	4"	Volumen Molde	958.55	m3.	N° de capas	5
	Molde	A	Peso Molde	3888	gr.	N° de golpes	25 Glp.
	Método						

Tabla 10: Densidad seca del suelo

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,564	5,664	5,742	5,684
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,676	1,776	1,854	1,796
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.748	1.853	1.934	1.874
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	354.6	457.5	483.7	307.4
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	317.4	403.1	420.7	262.4
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	37.2	54.4	63.0	45.0
Peso del Suelo Seco	gr.	317	403	421	262
Contenido de agua	%	11.7	13.5	15.0	17.1
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.565	1.632	1.682	1.599

Tabla 11: Resultados densidad máxima seca y contenido de humedad

RESULTADOS				
Densidad Máxima Seca	1.685	(gr/cm3)	Humedad óptima	15.4 %

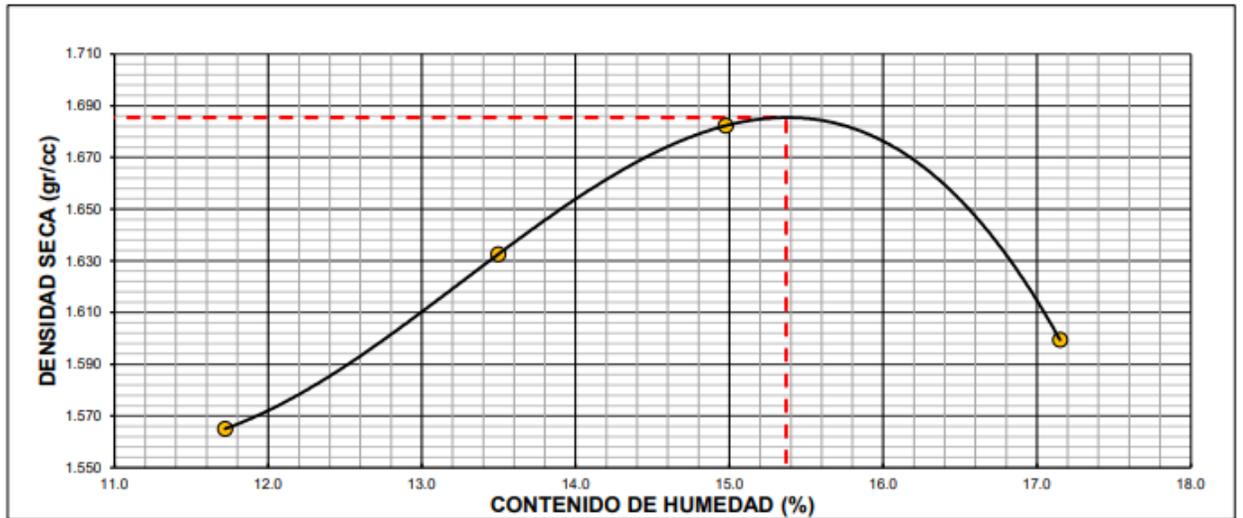


Figura 39: Densidad seca VS contenido de humedad



Figura 40: Ensayo en campo



Figura 41: Contenido de humedad en campo



Figura 42: Contenido de densidad en campo

Para cantera Quispe 50% + Rio Tahuamanu 50%

Los datos del molde son iguales al anterior, fueron 4 ensayos siendo la densidad máxima seca de 1.889 gr/cm³ y contenido de humedad optima de 13.7 %

Tabla 12: Densidad seca del suelo de las dos canteras

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,762	5,894	5,946	5,830
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,874	2,006	2,058	1,942
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.955	2.093	2.147	2.026
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	354.6	457.5	483.7	375.4
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	320.1	407.1	421.7	321.8
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	34.5	50.4	62.0	53.6
Peso del Suelo Seco	gr.	320	407	422	322
Contenido de agua	%	10.8	12.4	14.7	16.7
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.765	1.862	1.872	1.737

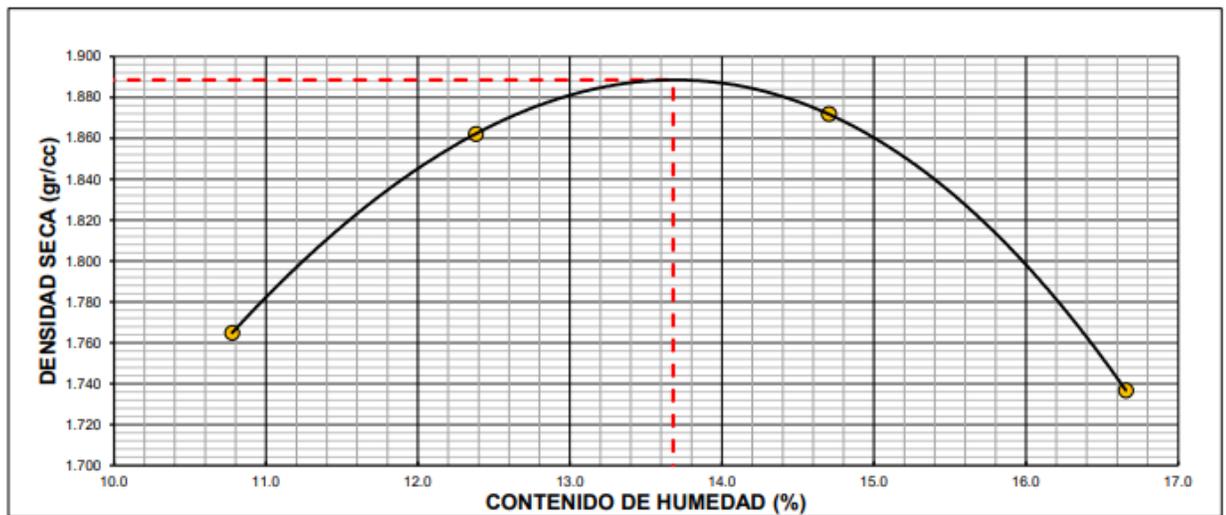


Figura 43: Densidad seca VS contenido de humedad de las dos canteras

3.3.5 Relación de capacidad de soporte y CBR

Para cantera Quispe:

Tabla 13: Densidad seca

Molde N.º	3		2		1	
	5		5		5	
Golpes por capa N.º	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12259.0	12378.0	12290.0	12246.0	12015.0	12140.0
Peso de molde (g)	8217.0	8217.0	8206.0	8206.0	8078.0	8078.0
Peso del suelo húmedo (g)	4042.0	4161.0	4084.0	4040.0	3937.0	4062.0
Volumen del molde (cm ³)	2082.0	2082.0	2134.0	2134.0	2141.0	2141.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.941	1.999	1.914	1.893	1.839	1.897
Tara (N.º)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	492.4	497.1	491.8	510.1	363.9	503.6
Peso suelo seco + tara (g)	427.1	428.1	425.8	434.2	315.4	426.9
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	65.3	69.0	66.0	75.9	48.5	76.7
Peso de suelo seco (g)	427.1	428.1	425.8	434.2	315.4	426.9
Contenido de humedad (%)	15.3	16.1	15.5	17.5	15.4	18.0
Densidad seca (g/cm³)	1.684	1.721	1.657	1.611	1.594	1.608

Tabla 14: Expansión

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%
13/09/22	10:40	0		0.000			0.000			0.000	
14/09/22	10:40	24	7	0.007		15	0.015		19	0.019	
15/09/22	10:40	48	21	0.021		43	0.043		69	0.069	
16/09/22	10:40	72	48	0.048		73	0.073		94	0.094	

17/09/22	10:40	96	70	0.070		97	0.097		134	0.134			
			4.53	total	1.55		4.53	total	2.14		4.53	total	2.96

Tabla 15: Penetración

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA	MOLDE N.º		M-03		MOLDE N.º		M-02		MOLDE N.º		M-01	
mm	pulg.	STAND. kg/cm2	Dial (div)	CARGA kg	CORRECCION		Dial (div)	CARGA kg	CORRECCION		Dial (div)	CARGA kg	CORRECCION	
					kg	%			kg	%			kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		35	1.8			22	1.1			9	0.5		
1.270	0.050		65	3.3			48	2.5			17	0.9		
1.905	0.075		102	5.3			78	4.0			27	1.4		
2.540	0.100	70.31	133	6.9	-	9.8	99	5.1	-	7	43	2.2	-	3.2
3.810	0.150		176	9.1			123	6.3			61	3.1		
5.080	0.200	105.46	216	11.1	-	10.5	151	7.8	-	7	78	4.0	-	3.8
6.350	0.250		257	13.2			177	9.1			91	4.7		
7.620	0.300		303	15.6			202	10.4			108	5.6		
10.160	0.400		341	17.6			222	11.4			126	6.5		
12.700	0.500		368	19.0			244	12.6			134	6.9		

Según el método de compactación según AASTHO T-180

- Máxima densidad seca (gr/cm³)=1.685
- Optimo contenido de humedad (%)=15.4
- 95% máxima densidad seca (gr/cm³)=1.601

Los resultados fueron:

Valor de CBR al 100% de la MDS a 1''= 9.8 %

Valor de CBR al 95% de la MDS a 1''= 7.3 %

Valor de CBR al 100% de la MDS a 2''= 10.5 %

Valor de CBR al 95% de la MDS a 2''= 7.4 %

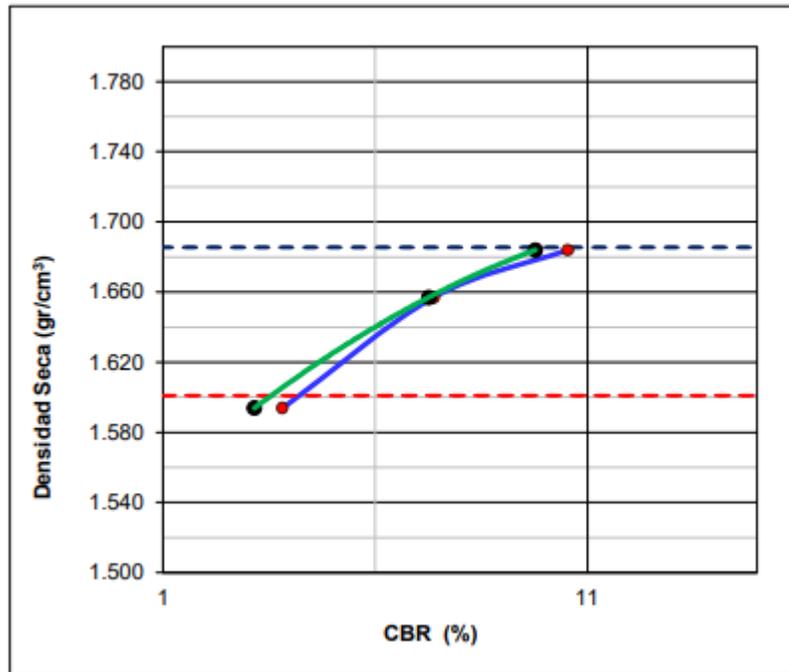


Figura 44: CBR VS densidad seca

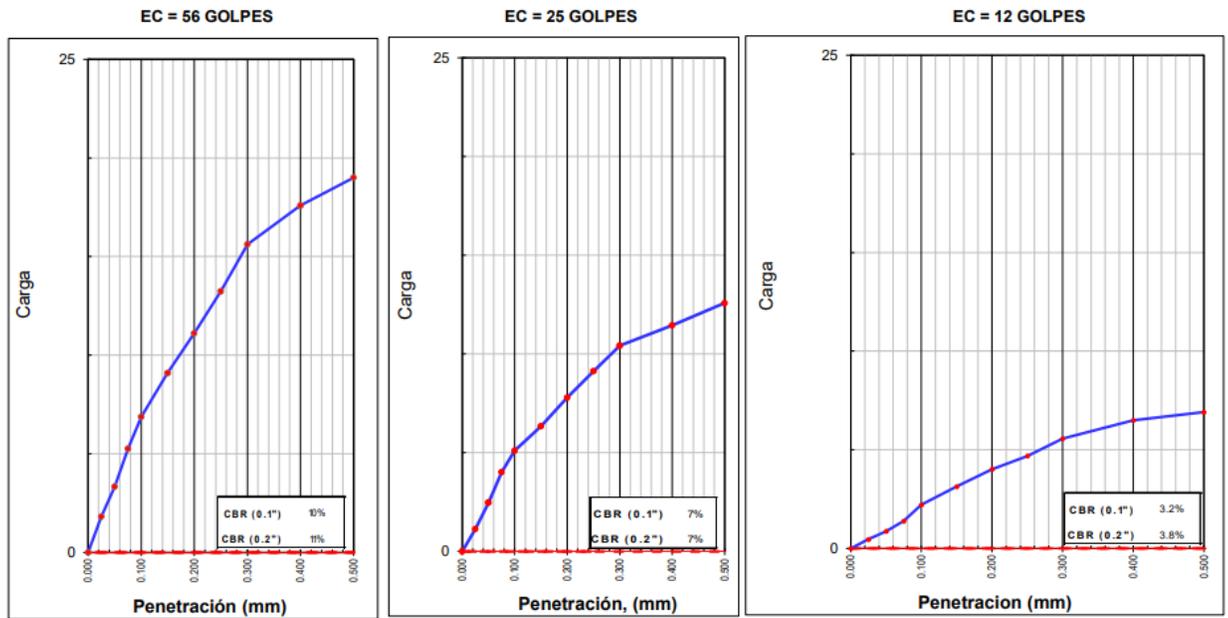


Figura 45: Penetración

Para cantera Quispe 50% + Rio Tahuamanu 50%:

Tabla 16: Densidad seca de las dos canteras

Molde N.º	3		2		1	
Capas N.º	5		5		5	
Golpes por capa N.º	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12677.0	12778.0	11802.0	11916.0	12317.0	12340.0
Peso de molde (g)	8090.0	8090.0	7805.0	7805.0	8206.0	8206.0
Peso del suelo húmedo (g)	4587.0	4688.0	3997.0	4111.0	4111.0	4134.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	1988.0	1988.0	2134.0	2134.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.148	2.196	2.011	2.068	1.926	1.937
Tara (N.º)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	649.0	579.8	579.4	627.9	568.1	594.8
Peso suelo seco + tara (g)	570.1	498.6	509.8	535.1	500.2	501.0
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	78.9	81.2	69.6	92.8	67.9	93.8
Peso de suelo seco (g)	570.1	498.6	509.8	535.1	500.2	501.0
Contenido de humedad (%)	13.8	16.3	13.7	17.3	13.6	18.7
Densidad seca (g/cm ³)	1.887	1.888	1.769	1.762	1.696	1.632

Tabla 17: Expansión de las dos canteras

EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%		
19/09/22	10:40	0		0.000			0.000			0.000			
20/09/22	10:40	24	0	0.000		0	0.000		0	0.000			
21/09/22	10:40	48	0	0.000		0	0.000		0	0.000			
22/09/22	10:40	72	0	0.000		0	0.000		0	0.000			
23/09/22	10:40	96	0	0.000		0	0.000		0	0.000			
			4.53	total	0.00		4.53	total	0.00		4.53	total	0.00

Tabla 18: Penetración de las dos canteras

PENETRACION							
PENETRACION	CARGA	MOLDE	M-03	MOLDE	M-02	MOLDE N.º	M-01
	STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
N							

mm	pulga.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		367	18.9			240	12.4			128	6.6		
1.270	0.050		714	36.8			522	26.9			386	19.9		
1.905	0.075		1129	58.2			797	41.1			600	30.9		
2.540	0.100	70.31	1477	76.1	-	108.3	1118	57.6	-	82	846	43.6	-	62.0
3.810	0.150		1833	94.5			1393	71.8			1048	54.0		
5.080	0.200	105.46	2113	108.9	-	103.3	1668	86.0	-	82	1241	64.0	-	60.6
6.350	0.250		2403	123.9			1961	101.1			1489	76.8		
7.620	0.300		2635	135.8			2182	112.5			1680	86.6		
10.160	0.400		2962	152.7			2419	124.7			1894	97.6		
12.700	0.500		3175	163.7			2566	132.2			2059	106.1		

Según el método de compactación según AASTHO T-180

- Máxima densidad seca (gr/cm³)=1.889
- Optimo contenido de humedad (%)=13.7
- 95% máxima densidad seca (gr/cm³)=1.797

Los resultados fueron usando aceite sulfonado.

Valor de CBR al 100% de la MDS a 1''= 108.3 %

Valor de CBR al 95% de la MDS a 1''= 8.2 %

Valor de CBR al 100% de la MDS a 2''= 103.3 %

Valor de CBR al 95% de la MDS a 2''= 81.5 %

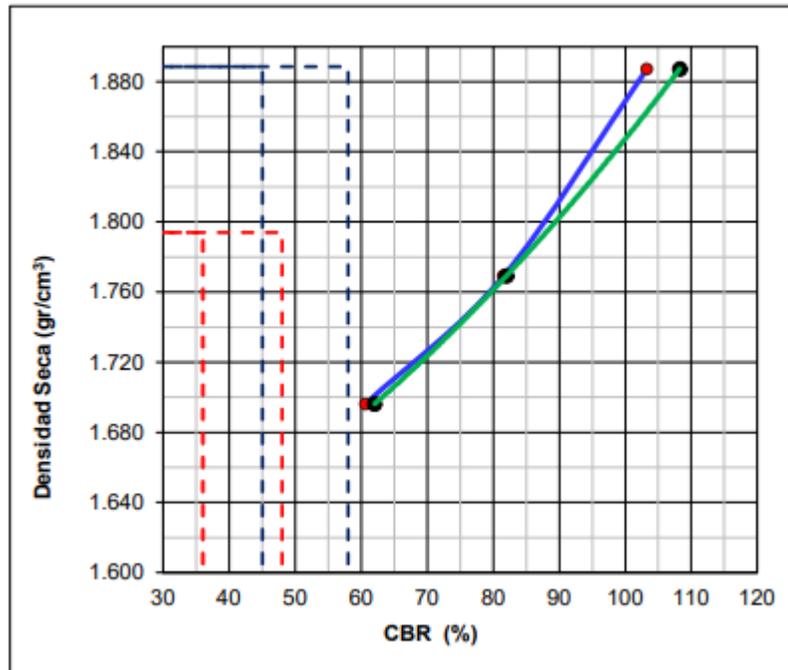


Figura 46: CBR VS densidad seca usando aceite sulfonado

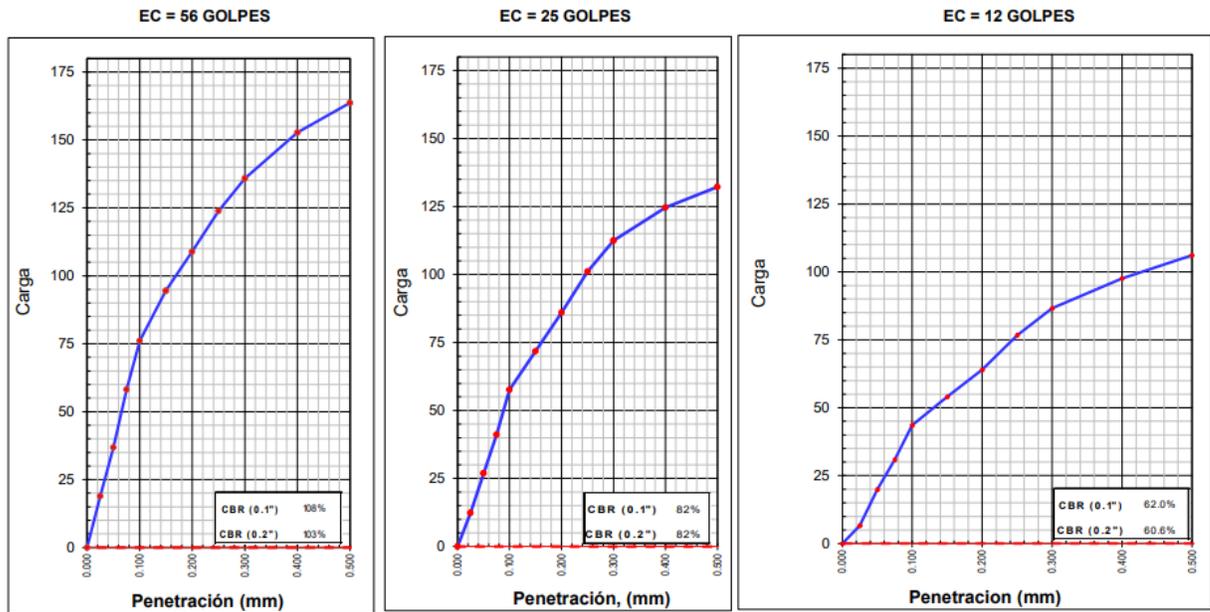


Figura 47: Penetración de las dos canteras usando aceite sulfonado

3.4 Validar el procedimiento utilizando el juicio experto, para el mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado.

Se realizó el formato de la ficha de juicios de expertos, dichos expertos mencionan que analizaran el proyecto de tesis para la evaluación final del curso, donde este todo completo para su posterior análisis y calificación.

JUICIO DE EXPERTOS

Título del proyecto de tesis	Propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Region de Madre de Dios, 2022.
Apellidos y Nombres	Lujan De la Torre, Christian Andrés
Denominación del instrumento	Ficha Técnica

Después de haber leído la matriz de consistencia y de contrastar las variables: y analizando los Ítems/preguntas del instrumento correspondiente; lea Ud. Las siguientes preguntas, dándole un puntaje para su validación marcando los números del cuadro, según considere:

1	Completamente desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Completamente de acuerdo

valor mínimo	10
valor máximo	40

Nº	Indicadores /criterios	1	2	3	4	Observaciones
1	Coherencia, ¿Las preguntas elaboradas tienen relación con el Título y con las variables de investigación?					
2	Claridad, ¿La redacción de las preguntas y la instrucción del instrumento son adecuados y se entienden?					
3	Metodología, ¿El instrumento elaborado responde al objetivo de la investigación?					
4	Suficiencia, ¿La calidad y la cantidad de Ítems/ preguntas es adecuado?					
5	Experticia, ¿Existe una relación del conocimiento de los expertos con el contenido del instrumento?					
6	Intencionalidad, ¿Es adecuado para conocer el nivel de riesgo y contribuir a prevenir y reducir los riesgos ante sismo?					
7	Organización, ¿Existe una secuencia lógica y ordenada en las preguntas?					
8	Pertinencia, ¿Considera usted que los descriptores de cada parámetro son correctos para la medición?					
9	Coherencia, ¿Hay coherencia entre las preguntas, en cuanto a la forma y estructura?					
10	Actualidad, ¿Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología?					

Total					
Total general					

CONCLUSIÓN GENERAL: SI() NO() CUMPLE LA FICHA TECNICA

Lugar y fecha de la evaluación:

Experto 1	Sello y firma:
-----------	----------------

Experto 2	Sello y firma:
-----------	----------------

Experto 3	Sello y firma:
-----------	----------------

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Limitaciones

Como limitaciones podemos mencionar la accesibilidad a la zona por la misma geografía del lugar, las constantes lluvias dificultan las pruebas; por lo cual se pregunta a los pobladores los días más accesibles para la toma de medidas y muestras de campo. Otra limitación es la poca información que da la municipalidad sobre los estudios realizados anteriormente, lamentablemente la burocracia y el papeleo impiden tener un mejor panorama para la investigación; ya que lo ideal era tener los antecedentes del lugar como por ejemplo (perfil estratigráfico, calicatas, EMS con fines de pavimentación, etc.)

Para un mejor análisis de la investigación era tener el estudio de EMS mediante calicatas de preferencia cada 500 metros, lo cual fue una limitación por los elevados costos de ensayos de laboratorio.

Otra limitación fue tener el estado del sistema de agua y alcantarillado de la zona como calidad en las tuberías, antigüedad de las mismas, filtraciones, estado de conservación, sistema pluvial, e información hidrográfica,

Limitaciones de no contar con instrumentos de medición más exactos por los elevados costos.

Interpretación comparativa

Con respecto al objetivo general, se tuvo el propósito de mejor o corroborar la relación entre las variables de aceite sulfonado dentro de la capa de rodadura dando como resultado que nuestros objetivos a desarrollar fueron viables y el uso del 0.32 l/m³ colocado en el expediente logra mejorar la capa de rodadura del camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.

Referente a determinar el uso de 0.32l/m³ de aceite sulfonado incide en el comportamiento mecánico del diseño de la capa de rodadura se tiene a Essenwanger (2021) en su investigación, *“Diseño de suelo estabilizado con cemento y aceite sulfonado de mantenimiento periódico del camino vecinal: circuito de producción Km 15.5 carretera Mazamari-Puerto Ocopa- a Dos de Mayo”*, el cual determinó que el uso de 0.30 l/m³ de aceite sulfonado tipo (IONICSOL), cumple con todos los requerimientos para el diseño diferencia de la presente tesis de estudio se demostró que al utilizar 0.32 l/m³ de aditivo liquido de aceite sulfonado, cumple con los requerimientos técnicos para ser empleado como material de la capa de rodadura, siendo la diferencia de $0.32-0.30=0.02$ l/m³, debiéndose por el tipo de suelo, en nuestro caso era un suelo arcilloso.

De igual manera tras los ensayos físicos y mecánicos realizados se obtienen resultados que se compara con lo mencionado por los autores Gómez y Silva (2020) en su tesis titulada, *“Influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo en la estabilización de la vía Huaylillas-Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020”*, determinó que en el análisis granulométrico la clasificación según AASTHO es A-2-4 donde el suelo es del tipo SC y SM siendo arena arcillosa con grava, con respecto a su IP está en el rango de 7 a 20, se

realizó 3 calicatas siendo el menor contenido de humedad de 7.2 % y un máximo de 14.2 %, en el Proctor modificado el mínimo valor de densidad seca fue de 1.881 g/cm³ y máxima de 2.099 g/cm³, con respecto al contenido óptimo de humedad se obtuvo valores de 4.34 % al 11.41 y con respecto al CBR usando 0.30 l/m³ de aceite sulfonado llego hasta 100.2 % en cambio en terreno natural era de 19.6 % , para CBR al 1" y 2" con 5% de cemento y 0.30 l/m³ de aceite sulfonado obtuvo un valor máximo de 78.1% Muy afín a lo obtenido en la presente tesis de estudio, debido a que se demostró que para la cantera Quispe, según AASHTO es un suelo arcilloso tipo A-6 y según SUCS es un suelo es limo arcilloso tipo CL, el cual tiene como Límite líquido 32.91 ,Limite plástico del 22.91 e índice de plasticidad de 10, para la cantera Quispe 50% y Rio Tahuamanu 50%, la clasificación según AASHTO el suelo presenta grava arena arcillosa tipo A-2-4 y según SUCS el suelo presenta arena con arcilla tipo SC, tiene como Límite líquido 23.64, Limite plástico del 15.17 e índice de plasticidad de 8.46, el contenido de humedad para la cantera Quispe fue de 20.5% y las dos canteras del 15.3 %, con respecto al Proctor para la cantera Quispe su máxima densidad seca fue de 1.685 gr/cm³ y contenido óptimo de humedad de 15.4% , para los canteras su máxima densidad seca fue de 1.889 gr/cm³ y contenido óptimo de humedad de 13.7% , el CBR para cantera Quispe donde no se utilizó ningún aditivo fue Valor de CBR al 100% de la MDS a 1"= 9.8 % ,Valor de CBR al 95% de la MDS a 1"= 7.3 % , Valor de CBR al 100% de la MDS a 2"= 10.5 % , Valor de CBR al 95% de la MDS a 2"= 7.4 % y para las canteras Quispe 50% + Rio Tahuamanu 50% que si se utilizó aceite sulfonado al 0.32 l/m³ el valor de CBR al 100% de la MDS a 1"= 108.3 % , valor de CBR al 95% de la MDS a 1"= 8.2 % ,valor de CBR al 100% de la MDS a 2"= 103.3 % , valor de CBR al 95% de la MDS a 2"=

81.5 %, con respecto los valores del CBR son parecidos al antecedente mencionado, lo cual indica que el aceite sulfonado mejora las propiedades físicas mecánicas.

Así mismo Manrique (2021) en su investigación titulada, “*Aplicación de aceite sulfonado para mejorar sub rasante en la avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac – 2020*” ; corrobora lo mencionado por el autor anterior y por lo desarrollado en la presente tesis. Se determinó que el usar aceite sulfonado al 0.3 l/m³ y cemento al 1% , 1.5% y 2% del peso total de la muestra, el CBR fue de 121%, 146% y 240 %, en la presente tesis el CBR máximo fue de 108% lo cual hay una considerable diferencia ya que se utilizó un mejoramiento de suelos usando cemento aparte del aceite sulfonado, lo cual encarece más el proyecto.

Implicancias

Dentro de las implicancias podemos indicar que el uso de aceite sulfonado a partir del 0.30 l/m³ aumenta el CBR de una manera exponencial logrando pasar el 100%.

Una buena alternativa de mejoramiento de suelos y de la carpeta de rodadura es usar aceite sulfonado.

Las carreteras tendrán mayor durabilidad y menor costo de mantenimiento.

Satisfacción de los pobladores, aumento de la economía, vías más estables y sostenibles, menor desgaste de los vehículos, tránsito fluido ya sea liviano o pesado.

Conclusiones

Se encontraron seis fallas en el camino vecinal , fisura transversal, fisura de borde, fisura longitudinal , parches y peladeras , en distintas severidades como alto, moderado y bajo , obteniendo un PCI de 18.

En base al conteo del estudio de tráfico, se ha realizado la proyección de ejes equivalentes para el periodo de diseño de 10 años, en lo cales han resultado un valor de 2.24×10^5 número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn., con lo cual se ha empleado como el parámetro de tráfico para el diseño de la capa de rodadura.

Para la cantera Quispe que no se utilizó ningún aditivo líquido según la granulometría AASHTO es un suelo arcilloso tipo A-6 y según SUCS es un suelo es limo arcilloso tipo CL, tiene Límite líquido 32.91 ,Limite plástico del 22.91 e índice de plasticidad de 10, para la cantera Quispe 50% y Rio Tahuamanu 50% , la clasificación según AASHTO el suelo presenta grava arena arcillosa tipo A-2-4 y según SUCS el suelo presenta arena con arcilla tipo SC, tiene como Límite líquido 23.64, Limite plástico del 15.17 e índice de plasticidad de 8.46, el contenido de humedad para la cantera Quispe fue de 20.5% y las dos canteras del 15.3 % , con respecto al Proctor para la cantera Quispe su máxima densidad seca fue de 1.685 gr/cm^3 y contenido óptimo de humedad de 15.4% , para los canteras su máxima densidad seca fue de 1.889 gr/cm^3 y contenido óptimo de humedad de 13.7% , el CBR para cantera Quispe donde no se utilizó ningún aditivo fue Valor de CBR al 100% de la MDS a 1''= 9.8 % , Valor de CBR al 95% de la MDS a 1''= 7.3 % , Valor de CBR al 100% de la MDS a 2''= 10.5 % , Valor de CBR al 95% de la MDS a 2''= 7.4 % , lo cual son muy bajas y para las canteras Quispe 50% + Rio Tahuamanu 50% que si se utilizó aceite

sulfonado al 0.32 l/m^3 el valor de CBR al 100% de la MDS a $1'' = 108.3 \%$, valor de CBR al 95% de la MDS a $1'' = 8.2 \%$, valor de CBR al 100% de la MDS a $2'' = 103.3 \%$, valor de CBR al 95% de la MDS a $2'' = 81.5 \%$.

Según la norma indica que el CBR para base y sub base debe superar el 40 % lo cual fue obtenido al incorporar aceite sulfonado, se pudo incorporar cemento para mejorar el CBR pero con el aceite sulfonado se cumplió con los estándares de calidad que indica el MTC.

Sobre la capa estabilizada se deberá colocar una capa de recubrimiento asfáltico tipo Tratamiento Superficial bicapa (TSB), con la finalidad de proteger la capa estabilizada y asegurar mayor durabilidad de la vía. Previo a esta aplicación se deberá colocar una imprimación asfáltica.

De los estudios de suelos, se tiene que se requiere del mejoramiento de suelos de la subrasante en un espesor de 0.60 m., a lo largo de todo el tramo con material de préstamo tratado o terreno natural tratado según la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conza, D. (2016). *Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca* (Tesis de titulación). Universidad Privada Unión, Colombia. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dante_Tesis_bachiller_2016.pdf
- Gómez y Silva (2020). *Influencia del aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la provincia de Pataz, 2020* (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225>
- García, J (2017). *Deflexión y la capa de rodadura del pavimento flexible, en la avenida Santa Rosa - San Juan De Lurigancho – Lima.2016* (Tesis de titulación). Universidad Privada Telesup, Perú. Recuperado de <https://repositorio.utelesup.edu.pe/bitstream/UTELESUP/328/1/Garcia%20Villanueva%20Jansen%20Jair.pdf>
- Cassa, V. (2016). *Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope - Casa Grande, aplicando el modelo HDM-4* (Tesis de maestría). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. Recuperado de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2531/1/REP_MAEST.INGE_V%c3%8dCTOR.CASSANA_AN%c3%81LISIS.EVALUACI%c3%93N.MANTENIMIENTO.CONSERVACI%c3%93N.VIAL.CAPA.RODADURA.V%c3%8da.INTERDISTRITAL.ASCOPE.CASA.GRANDE.APLICANDO.MODELO.HDM4.pdf

Camacho, J. (2008). *Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado* (Artículo de investigación). Ingeniería y desarrollo, Colombia, Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612008000200005

Hernández y Ramirez (2016). *Análisis de la influencia del grado de compactación de una Mezcla asfáltica en su deformación permanente y la Susceptibilidad a la humedad* (Tesis de titulación). Universidad Católica De Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14484/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LA%20INFLUENCIA%20DEL%20GRADO%20DE%20COMPACTACI%C3%93N%20DE%20UNA%20MEZCLA%20ASFALTICA%20EN%20SU%20DEFORMACI%C3%93N.pdf>

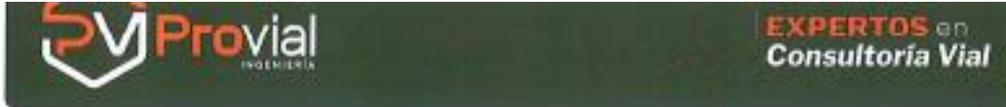
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
<p>GENERAL</p> <p>¿De qué manera influye el aceite sulfonado en el mejoramiento de la capa de rodadura en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuáles son las fallas típicas que se da en la capa de rodadura y como incide en el comportamiento estructural y superficial, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de aceite sulfonado más adecuado para mejorar el comportamiento</p>	<p>GENERAL</p> <p>Proponer un diseño de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>Mencionar y cuantificar los tipos de fallas superficiales y estructurales actuales, que se da en la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>Determinar el porcentaje de aceite sulfonado que mejor incide en el comportamiento mecánico del diseño de la</p>	<p>GENERAL</p> <p>El uso de aceite sulfonado influye significativamente y positivamente en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>Las fallas superficiales y estructurales actuales influyen de manera negativa en la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>La adición entre 5% al 10% de aceite sulfonado influye significativamente y positivamente en el diseño de la</p>	<p>Variable independiente: Incorporación de aceite sulfonado.</p> <p>Variable dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de la carpeta de rodadura</p>	<p>Dosificaciones adecuadas</p> <p>Ensayos de resistencia</p> <p>Ensayos de adherencia entre asfalto y agregados</p> <p>Viscosidad y penetración</p>	<p>El tipo de investigación es de naturaleza experimental</p>

<p>mecánico de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022?</p> <p>¿De qué manera se puede mejorar los ensayos de resistencia al desgaste, a las cargas dinámicas y durabilidad, incorporando aceite sulfonado en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022 ?</p> <p>¿Es posible validar la propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022 ?</p>	<p>capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>Realizar los ensayos de resistencia al desgaste, las cargas dinámicas y durabilidad, incorporando aceite sulfonado en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>Validar el procedimiento utilizando el juicio experto, para la propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p>	<p>capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>Los resultados de los ensayos de resistencia al desgaste, a las cargas dinámicas y durabilidad, incorporando aceite sulfonado, influye significativamente y positivamente en el diseño de la capa de rodadura, en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p> <p>Con el uso de juicio de experto se valida la propuesta de mejoramiento de la capa de rodadura incorporando aceite sulfonado en el camino vecinal de Acre-Pacahuara, Distrito de Iberia, Región de Madre de Dios, 2022.</p>			
---	---	--	--	--	--

ANEXOS



CONTENIDO DEL HUNDIDO
(MTC E-418 / ART 8 E-2312)

TÍTULO	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022		
MUESTRA	C-1	ACTOR	Christian Andrés Luján De La Torre
MATERIAL	CAJONERA DE PISO TARMAHUA	AUTOSOR	Msc. Ing. GON Alexsandro Huamanta Apaza
ASOCIACIÓN	AM 8-008	FECHA MUESTREO	09/09/2022
		FECHA ELABORACIÓN	09/09/2022

DATOS DE LA MUESTRA

3. Evidencia de Humedad (Muestra húmeda):

Recorrido	1	2
Peso de la tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	433.0	433.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	433.4	433.4
Peso del agua evaporada (gr)	01.4	01.4
Peso de la muestra seca (gr)	432.0	432.0
Contenido de Humedad (%)	03.2	03.2
Contenido de Humedad Promedio (%)		03.2

OBSERVACIONES:

Jose Daniel Aguilar Ortiz
Jose Daniel Aguilar Ortiz
Ingeniero Civil
CP N° 121264

José E. Vidal Llanos
José E. Vidal Llanos
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTE E-107 / ASTM D-422)**

PRUEBA	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022			AUTOR	Christian Andres Lujan De La Torre
TRAMO	IBERIA-PACAHUARA VECINAL, RED			ARESCO	Mg. Ing. CIVIL Mercedes Hinojosa Espino
MUESTRA	C-1			FECHA MUESTREO	30/05/22
MATERIAL	CANTONAL DE POCOMAYANA			FECHA EJECUCION	30/05/22
UBICACION	VIA D-003				

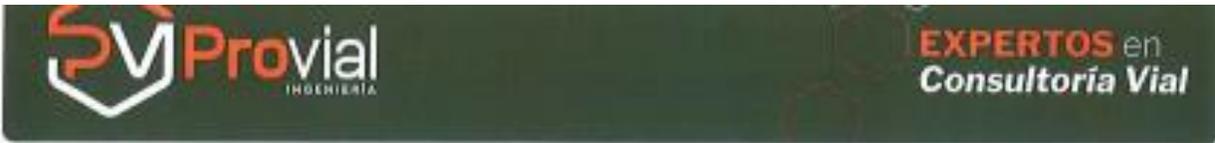
DATOS DE LA MUESTRA						
Tamiz (mm)	Peso (g)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Inspeccion de la Muestra
			Parcela	Acumulado		
#	107000					CARACTERÍSTICAS % Grava = 8.1 % % Arena = 86.8 % % Fino #200 = 4.3 % CLASIFICACION Límite Líquido = 5P Límite Plástico = 5P Índice de Plasticidad = 5P CLASIFICACION AASHTO = A-2.4(5) CLASIFICACION UCLES = SB PESO DEL MATERIAL Peso Húmedo (g) = 4704.0 Peso Frío (sin Aceite) (g) = 367.6
#4	4760	38	0.1	0.1	99.9	
#10	2380	83	0.4	0.5	99.5	
#20	1190	83	0.7	1.2	98.8	
#40	594	139	1.3	2.5	97.5	
#60	360	174	1.9	4.4	95.6	
#80	240	263	2.8	7.2	92.8	
#100	160	380	3.9	11.1	88.9	
#150	110	490	5.0	16.1	83.9	
#200	70	530	6.0	22.1	77.9	
#250	50	580	6.8	28.8	71.2	
#300	40	640	7.4	36.2	63.8	
#400	30	720	8.1	44.3	55.7	
#500	20	780	8.5	52.8	47.2	
#600	15	850	8.9	61.7	38.3	
#750	10	910	9.2	71.8	28.2	
#1000	5	995	9.9	90.1	9.9	
#2000	0	1000	10.0	100.0	0.0	

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO

Observaciones:

JOSÉ DAVID LIMQUE ORTIZ
 Ingeniero Civil
 CPN° 171713

José E. Vidal Llanos
 Representante Legal
 PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



LIMITES DE CONSISTENCIA
(BTC 5-190, 111/NTP 308.120/ASTM D-4318)

TÍTULO	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022		
TRAMO	BERA-PACAHUARA, VÍA ALONDR	AUTOR	Christian Andrés Lujan De La Torre
REGION	D-1	ASISTENTE	Msc. Ing. Christian Andrés Lujan De La Torre
MATERIAL	CANTERA DE PISO TERNAPALPA	FECHA MUESTREO	18/03/2022
UBICACIÓN	VA 8400	FECHA EJECUCIÓN	28/03/2022

DATOS DE LA MUESTRA
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS			
		1	2	3	4
W _L CAPSULA	%				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS				PROBADO
		1	2	3	4	
W _p TARRA	(%)					
PESO TARRA + SUELO HUMEDO	(g)					
PESO TARRA + SUELO SECO	(g)					
PESO DE LA TARRA	(g)					
PESO DEL AGUA	(g)					
PESO DEL SUELO SECO	(g)					
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)					

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (W _L)	NP
LIMITE PLASTICO (W _p)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (Ip)	NP

OBSERVACIONES:

JOSÉ DAVID LUJAN DE LA TORRE
 Ingeniero Civil
 CP N° 131246

José E. Vidal Llanos
 Representante Legal
 PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 | ASTM D-2708)

TITULO	1. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022		
MUESTRA	1. MEZCLA CON ADITIVO SISTEMA 2	AUTOR	: Christian Andres Lujan De La Torre
MATERIAL	2. CAMERA CURSPE 50% + CAMERA RIO TASHAMANI 50%	ASISOR	: Sr. Ing. Civil Alexander Hincapié Aquino
UBICACION	: KM 14-760	FECHA MUESTREO	: 14/09/2022
		FECHA EJECUCION	: 14/09/2022

DATOS DE LA MUESTRA

1. Contenido de Humedad Muestra Interal:

Descripción	1	2
Peso de tara (g)		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	428.6	428.6
Peso de la tara + muestra seca (g)	355.3	355.3
Peso del agua contenida (g)	72.8	72.8
Peso de la muestra seca (g)	366.2	366.2
Contenido de Humedad (%)	20.8	20.8
Contenido de Humedad Promedio (%)	20.8	

OBSERVACIONES: SISTEMA 2: ACEITE SULFONADO DE 8.25 l/m³ COM CEMENTO PORTLAND TIPO I 8.8%


JOSÉ DAVID LAQUE ORTIZ
Ingeniero Civil
CP N° 131244

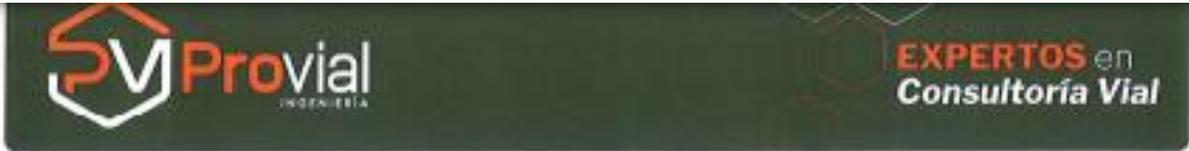

José E. Vidal Llanos
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-407 / ASTM D-422)**

TÍTULO	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022			AUTOR	Christian Andrés Lujan De La Torre
TUPO	METS/PACAHUARA/META SUJECI			ARRABO	M. Ing. Christian Andrés Lujan De La Torre
MUESTRA	MEZCLA CON ADITIVO SISTEMA 2			FECHA MUESTREO	14/06/22
MATERIAL	CANTERA CUARE SPA - CANTERA RD TAKUMABU 10N			FECHA EJECUCIÓN	05/06/22
UBICACIÓN	FM 10-76				

DATOS DE LA MUESTRA						
Tamaño ASTM	Diámetro [mm.]	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Observaciones de la Muestra
			Porcentaje	Acumulado		
4"	107.000					
10"	47.500					
20"	23.750					
40"	11.875					
60"	7.917					
80"	5.938					
100"	4.750					
150"	3.350					
200"	2.500					
250"	1.900					
300"	1.400					
350"	1.050					
400"	750					
475"	500					
500"	500					
600"	400					
750"	250					
1000"	100					
1500"	50					
2000"	25					
2500"	12.5					
3000"	7.5					
3500"	5					
4000"	3.75					
4750"	2.5					
5000"	2.5					
6000"	1.25					
7500"	0.625					
10000"	0.3125					
15000"	0.15625					
20000"	0.078125					
25000"	0.0390625					
30000"	0.01953125					
35000"	0.009765625					
40000"	0.0048828125					
47500"	0.00244140625					
50000"	0.00244140625					
60000"	0.001220703125					
75000"	0.0006103515625					
100000"	0.00030517578125					
150000"	0.000152587890625					
200000"	0.0000762939453125					
250000"	0.00003814697265625					
300000"	0.000019073486328125					
350000"	0.0000095367431640625					
400000"	0.00000476837158203125					
475000"	0.000002384185791015625					
500000"	0.000002384185791015625					
600000"	0.0000011920928955078125					
750000"	0.00000059604644775390625					
1000000"	0.000000298023223876953125					
1500000"	0.0000001490116119384765625					
2000000"	0.00000007450580596923828125					
2500000"	0.000000037252902984619140625					
3000000"	0.0000000186264514923095703125					
3500000"	0.00000000931322574615478515625					
4000000"	0.000000004656612873077392578125					
4750000"	0.0000000023283064365386962890625					
5000000"	0.0000000023283064365386962890625					
6000000"	0.00000000116415321826934814453125					
7500000"	0.000000000582076609134674072265625					
10000000"	0.0000000002910383045673370361328125					
15000000"	0.00000000014551915228366851806640625					
20000000"	0.000000000072759576141834259033203125					
25000000"	0.0000000000363797880709171295166015625					
30000000"	0.00000000001818989403545856475830078125					
35000000"	0.000000000009094947017729282379150390625					
40000000"	0.0000000000045474735088641191957751953125					
47500000"	0.00000000000227373675443205959788759765625					
50000000"	0.00000000000227373675443205959788759765625					
60000000"	0.000000000001136868377216029798943798828125					
75000000"	0.0000000000005684341886080148994718994140625					
100000000"	0.00000000000028421709430400744973594970703125					
150000000"	0.000000000000142108547152003724867974853515625					
200000000"	0.00000000000007105427357600186239873937678125					
250000000"	0.00000000000003552713678800093119636968890625					
300000000"	0.000000000000017763568394000465598184844453125					
350000000"	0.0000000000000088817841970002327990924222265625					
400000000"	0.0000000000000044408920985001163995461111328125					
475000000"	0.00000000000000222044604925005819977305556640625					
500000000"	0.00000000000000222044604925005819977305556640625					
600000000"	0.00000000000000111022302462502909988652778125					
750000000"	0.000000000000000555111512312514549943276390625					
1000000000"	0.0000000000000002775557561562572749716381953125					
1500000000"	0.000000000000000138777878078128637485959765625					
2000000000"	0.0000000000000000693889390390643187429798828125					
2500000000"	0.00000000000000003469446951953215937148994140625					
3000000000"	0.000000000000000017347234759766079685744970703125					
3500000000"	0.0000000000000000086736173798830398428724853515625					
4000000000"	0.000000000000000004336808689941519921436111328125					
4750000000"	0.00000000000000000216840434497075996071805556640625					
5000000000"	0.00000000000000000216840434497075996071805556640625					
6000000000"	0.0000000000000000010842021724853799803592778125					
7500000000"	0.0000000000000000005421010862426899901796381953125					
10000000000"	0.00000000000000000027105054312134499508981953125					
15000000000"	0.000000000000000000135525271560672497544909765625					
20000000000"	0.0000000000000000000677626357803362487724853125					
25000000000"	0.0000000000000000000338813178901681243862390625					
30000000000"	0.00000000000000000001694065894508406219311953125					
35000000000"	0.00000000000000000000847032947254203109559765625					
40000000000"	0.00000000000000000000423516473627101547798828125					
47500000000"	0.0000000000000000000021175823681355077388994140625					
50000000000"	0.0000000000000000000021175823681355077388994140625					
60000000000"	0.000000000000000000001058791184067753894970703125					
75000000000"	0.0000000000000000000005293955920338769474853125					
100000000000"	0.000000000000000000000264697796016938472371953125					
150000000000"	0.00000000000000000000013234889800846923611953125					
200000000000"	0.000000000000000000000066174449004234618059765625					
250000000000"	0.0000000000000000000000330872245021173090298828125					
300000000000"	0.00000000000000000000001654361225105865451494140625					
350000000000"	0.0000000000000000000000082718061252792727572390625					
400000000000"	0.0000000000000000000000041359030626396363786953125					
475000000000"	0.00000000000000000000000206795153131981688934765625					
500000000000"	0.00000000000000000000000206795153131981688934765625					
600000000000"	0.00000000000000000000000103397576565990844467390625					
750000000000"	0.000000000000000000000000516987882829952222336953125					
1000000000000"	0.0000000000000000000000002584939414149761111684765625					
1500000000000"	0.0000000000000000000000001292469707074880555842390625					
2000000000000"	0.00000000000000000000000006462348535374402779214953125					
2500000000000"	0.000000000000000000000000032311742676872013896074853125					
3000000000000"	0.0000000000000000000000000161558713384360274480371953125					
3500000000000"	0.000000000000000000000000008077935669218013724018828125					
4000000000000"	0.0000000000000000000000000040389678346090068620094140625					
4750000000000"	0.00000000000000000000000000201948391730450343100470703125					
5000000000000"	0.00000000000000000000000000201948391730450343100470703125					
6000000000000"	0.00000000000000000000000000100974195865225171550235390625					
7500000000000"	0.0000000000000000000000000005048709793261258577751953125					
10000000000000"	0.00000000000000000000000000025243548966306292888798828125					
15000000000000"	0.000000000000000000000000000126217744831531464443994140625					
20000000000000"	0.00000000000000000000000000006310887241576732222209765625					
25000000000000"	0.0000000000000000000000000000315544362078836611111494140625					
30000000000000"	0.000000000000000000000000000015777218103941830555572390625					
35000000000000"	0.000000000000000000000000000007888609051970915277786953125					
40000000000000"	0.0000000000000000000000000000039443045259854576388934765625					
47500000000000"	0.0000000000000000000000000000019721522629927288194467390625					
50000000000000"	0.0000000000000000000000000000019721522629927288194467390625					
60000000000000"	0.0000000000000000000000000000009860761314963644472390625					
75000000000000"	0.0000000000000000000000000000004930380657481822236953125					
100000000000000"	0.00000000000000000000000000000024651903287409111184765625					
150000000000000"	0.00000000000000000000000000000012325951643704555592390625					
200000000000000"	0.00000000000000000000000000000006162975821852277796953125					
250000000000000"	0.000000000000000000000000000000030814879109261388984765625					
300000000000000"	0.0000000000000000000000000000000154074395546306944494140625					
350000000000000"	0.00000000000000000000000000000000770371977731534722480371953125					
400000000000000"	0.0000000000000000000000000000000038518598886576736124018828125					
475000000000000"	0.00000000000000000000000000000000192592994432883680620094140625					



LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-196.111 / NTP 308.029 / ASTM D-4318)

PROYECTO	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022		
UBICACION	IBERIA-PACAHUARA NUEVA ALONDA	MOTOR	Christian Andrés Luján De La Torre
CLIENTE	CAJONERA GUAYAS 100% - COMERCIAL S.A.S	ASESOR	Ing. David Alejandro Morales Acuña
MATERIAL	ASFI	FECHA MUESTREO	14/08/2022
LABORATORIO	PM 10-762	FECHA EJECUCION	17/08/2022

DATOS DE LA MUESTRA
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS			
		1	2	3	4
Nº CAPSULA	g				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	g	79.88	79.88	79.88	79.88
PESO TARA + SUELO SECO	g	75.88	75.88	75.88	75.88
PESO DEL AGUA	g	4.00	4.00	4.00	4.00
PESO DE LA TARA	g	27.87	27.87	27.87	27.87
PESO DEL SUELO SECO	g	48.01	48.01	48.01	48.01
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	24.42	24.42	24.42	24.42
NUMERO DE GOLPES		25	25	25	25

DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Nº TAMBOR	g					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	g	34.82	34.82	34.82	34.82	
PESO TARA + SUELO SECO	g	33.91	33.91	33.91	33.91	
PESO DE LA TARA	g	24.88	24.88	24.88	24.88	
PESO DEL AGUA	g	1.93	1.93	1.93	1.93	
PESO DEL SUELO SECO	g	8.03	8.03	8.03	8.03	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	23.74	23.74	23.74	23.74	23.74

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (w _L)	24.42
LIMITE PLASTICO (w _P)	14.17
INDICE DE PLASTICIDAD (PI)	10.25

OBSERVACIONES: SISTEMA 2: ACEITE SULFONADO DE 4.50 g/m³ CON CEMENTO PORTLAND TPO 13.0%

Jose David Laque Ortiz
Jose David Laque Ortiz
Ingeniero Civil
CIP N° 131244

Jose E. Vidal Llanos
José E. Vidal Llanos
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



EXPERTOS en
Consultoría Vial

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
BRTC E-145, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-199

TEMA: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022
TRAMO: IBERIA-PACAHUARA NUEVA ALIADA
MUESTRA: MEZCLA CON AGREGADO SISTEMA 2
MATERIAL: CANCHERA CUADRE 20% + CANCHERA P60 TAVAJANWEL 80%
UBICACION: KM 16+750
AUTOR: CIVILIAN ANDRES LUJAN DE LA TORRE
ANEXOS: No. Ing. CIVIL Alexander Hinojosa Aquino
FECHA MUESTREO: 16/04/2022
FECHA EJECUCION: 17/04/2022

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diámetro Mide (Milímetros)	g	Volumen Mide (ml)	g	N° de capas	S	
		x	Peso Mide (g)	g	N° de golpes	El. Op.	
NUMERO DE ENSAYOS							
Peso Tara + Saca:	g	8,702	8,884	8,946	8,805		
Peso Saca Humedo-Corregido:	g	1,874	2,008	2,058	1,942		
Peso Volumen Humedo	g	1,883	2,083	2,147	2,028		
Respuesta Número							
Peso Cazo Humedo + Tara	g	354,8	407,8	403,7	371,4		
Peso Cazo Seco + Tara	g	350,1	403,1	401,7	369,8		
Peso de la Tara	g						
Peso del agua	g	34,8	64,8	62,0	61,6		
Peso del Cazo Seco	g	323	407	402	322		
Contenido de agua	%	10,0	12,4	14,7	16,7		
Densidad Saca de Cazo	g/ml	1,705	1,883	1,872	1,731		
RESULTADOS							
Densidad Saca de Cazo	1,883	(g/ml)	humedad optima	13,7	%		
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

Jose E. Vidal Llanos
JOSE VIDAL LLANOS ORTIZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 131214

Jose E. Vidal Llanos
José E. Vidal Llanos
 Representante Legal
 PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



EXPERTOS en
Consultoría Vial

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC 8-132 / ASTM D-1553)

TITULO: PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022
 TRAMO: IBERIA-PACAHUARA-SULUBIA-SUJICA
 MUESTRA: MEDIDA CON ACTIVIDAD SISTEMA 2
 MATERIAL: CANTERA GUSPE 05% + CEMENTO TRUJAMUNGON
 UBICACION: KM 8.700
 AUTOR: AMASOR
 FECHA SUSCRIPCIÓN: 14/05/2022
 FECHA EJECUCIÓN: 15/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA
CALLEO DEL CBR

Módulo	I		II		III	
	8	9	4	5	1	2
Capas M ²						
Capas por espesor	80		100		120	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + agua (kg)	1877.9	1979.9	1993.8	1976.0	1221.0	1240.0
Peso de molde (g)	3000.0	3000.0	3000.0	3000.0	2000.0	2000.0
Peso del agua (kg)	1577.9	1679.9	1693.8	1676.0	1111.0	1140.0
Área del molde (m ²)	21.350	21.350	21.350	21.350	21.350	21.350
Densidad (kg/m ³)	2.148	2.198	2.271	2.388	1.828	1.837
Peso PVP						
Peso agua (kg)	345.0	474.8	474.8	474.8	388.0	388.0
Peso agua (kg)	350.1	488.2	488.2	488.2	398.2	398.2
Peso de arena (kg)						
Peso de arena (kg)	33.9	81.2	80.6	80.6	87.8	87.8
Peso de arena (kg)	376.1	407.0	407.0	407.0	310.4	310.4
Característica de humedad (%)	13.8	19.2	19.7	19.7	13.6	16.7
Densidad seca (kg/m ³)	1.880	1.886	1.959	1.970	1.896	1.882

EXPOSICION

FECHA	HORA	TIEMPO	DOL.	EXPOSICION		DIAL	EXPOSICION		DIAL	SUFRIDA	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/05/22	10:40	0	0	0.000		0.000		0.000		0.000	
20/05/22	10:40	24	0	0.000		0.000		0.000		0.000	
21/05/22	10:40	48	0	0.000		0.000		0.000		0.000	
22/05/22	10:40	72	0	0.000		0.000		0.000		0.000	
23/05/22	10:40	96	0	0.000		0.000		0.000		0.000	
			4.0	100	0.00	4.0	100	0.00	4.0	100	0.00

PERMEABILIDAD

PENETRACION	CARGA		MOLDE N°		W-0		MOLDE N°		W-01	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0
0.600	0.005		387	10.0	240	12.4	108	8.8		
1.200	0.000		714	30.8	833	38.9	386	30.8		
1.800	0.015		1126	58.2	787	41.1	688	55.9		
2.400	0.100	76.8	1407	76.1	1013	51.8	80	64.8	43.8	42.0
3.000	0.150	115.2	1820	94.5	1280	71.8	188	54.0		
3.600	0.200	153.6	2110	108.6	1668	80.0	80	64.0	40.0	38.8
4.200	0.250	192.0	2400	122.8	1861	90.1	148	76.8		
4.800	0.300	230.4	2690	136.8	2148	105.5	198	88.0		
5.400	0.400	307.2	3080	154.7	2410	124.7	194	97.6		
6.000	0.500	384.0	3470	172.7	2668	132.0	200	106.1		

SISTEMA 2: ACEITE SULFONADO DE 5 M (m³) CON CEMENTO PORTLAND TIPO I, 5.0%

Calle General Suárez 844,

JOSÉ DUARTE ZIMARQUE ORTIZ
Ingeniero Civil
CIP N° 131244

José E. Vidal Llanes
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-503)**

TEMA:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022		
TRAMO:	IBERIA-PACAHUARA-ALBUJA ALANDA		
MUESTRA:	CANTERA GOLPE 50% + CANTERA RC TRIUMARU 50%	AUTOR:	Christian Andres Lujan De La Torre
MATERIAL:	8000	ASESOR:	Ing. Ing. Civil Armando Huaitoa Aguirre
UBICACION:	KM 18+70	FECHA MUESTREO:	14/03/22
		FECHA EJECUCION:	11/02/22

DATOS DE LA MUESTRA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

METODO DE COMPACTACION	ASHTO P-153
MANERA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.80
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.7
50% MANERA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.75

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. a 100% de la M.D.S. a 1"	= 100.5 %
Valor de C.B.R. a 30% de la M.D.S. a 1"	= 81.5 %
Valor de C.B.R. a 100% de la M.D.S. a 2"	= 100.5 %
Valor de C.B.R. a 30% de la M.D.S. a 2"	= 81.5 %
DISTRIBUCIONES:	

EC = 30 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES

OBSERVACIONES: SISTEMA 2: ACEITE SULFONADO DE 8.30 UNO CON CEMENTO PORTLAND TIPO 13.2%

JOSE DAVID LLANQUE ORTIZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 131264

José E. Vidal Llanos
 Representante Legal
 PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC 8.008 / ANEXO 3.014)

ITEM	1. "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022"		
MUESTRA	C-1	ANLISIS	Christian Andrés Luján De La Torre
MATERIAL	CANTON GUAYAS	ASESOR	Dr. Ing. Cristóbal Mercedes Apelo
UBICACIÓN	KM 10+70	FECHA MUESTREO	26/09/2022
		FECHA EJECUCIÓN	26/09/2022

DATOS DE LA MUESTRA

1. Contenido de Humedad Mecánica:

Descripción	1	2
Peso de taro (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	438.0	428.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	395.2	395.2
Peso del agua contenido (gr)	72.8	72.8
Peso de la muestra seca (gr)	388.2	388.2
Contenido de Humedad (%)	20.0	20.0
Contenido de Humedad Promedio (%)		20.0

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID LINAAQUE ORTIZ
Ingeniero Civil
CPN° 131244

José E. Vidal Llanos
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



EXPERTOS en
Consultoría Vial

LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-116, 011 / NTP 308.125 / ASTM D-4318)

TITULO	"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022"		
TRABO	DESHIDRATACION-NEVIA AJUADI	AUTOR	Christian Andres Lujan De La Torre
MAESTRIA	C-1	ASESOR	Ing. JM Acosta Alvarado Aguirre
MATERIAL	CIOTERA-QUEPE	FECHA MUESTREO	6/29/2022
UBICACION	KM 15+70	FECHA EJECUCION	28/06/2022

DATOS DE LA MUESTRA

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	3	4
Wt ORIGINAL	(g)				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	74.90	74.90	74.90	74.90
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	68.18	68.63	68.63	68.18
PESO DE AGUA	(g)	7.72	6.27	6.27	6.72
PESO DE LA TARA	(g)	47.97	46.99	46.99	46.99
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.01	22.12	22.12	21.01
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(%)	33.01	32.53	32.53	33.01
NUMERO DE GOLPES		25	30	30	25

DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
Wt TRAYE	(g)			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	26.63	26.62	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	25.52	25.41	
PESO DE LA TARA	(g)	24.66	24.56	
PESO DEL AGUA	(g)	1.97	1.11	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.86	4.33	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(%)	32.54	32.90	32.71

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONSTANTES FUERZA DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	32.53
LIMITE PLASTICO (%)	32.90
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.30

OBJETIVO(S):

JOSE DAVID LUJÁN ORTIZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 531244

José E. Vidal Llanos
 Representante Legal
 PROVIAL INGENIERIA S.A.C.

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 156 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-165)

TITULO	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022						
TRAMO	SEÑAL PACAHUARA-PACAHUARA GUANDA						
MUESTRA	C-1			AUTOR	CIVILIAN ANDRES LUJAN DE LA TORRE		
MATERIAL	CANTERA QUISPE			ASESOR	Ms. Ing. Civil Alexander Hinojosa Rojas		
UBICACION	KM 16.750			FECHA MUESTREO	05/03/2022		
				FECHA EJECUCION	2/03/2022		

DATOS DE LA MUESTRA							
MUCH N° 1	Densidad Máxima Inicial	Módulo				Hº de agua Hº de plomo	S % Cap.
		g"	Volumen Mód.	Vol. S	Vol. g"		
	A	1	2	3	4		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4		
Peso Suelo + Mola	g"	3,884	3,884	3,740	3,884		
Peso Suelo Humedo Compactado	g"	1,870	1,775	1,880	1,736		
Peso Volumetrico Humedo	g"	1,740	1,620	1,820	1,616		
Residuo Menor		-	-	-	-		
Peso Suelo Humedo + Tara	g"	554,6	497,5	481,7	561,4		
Peso Suelo Seco + Tara	g"	397,4	403,1	430,7	393,4		
Peso de la Tara	g"						
Peso de agua	g"	157,2	94,4	50,0	168,0		
Peso de Suelo Seco	g"	317	400	420	382		
CONTENIDO DE AGUA	%	11,7	12,8	9,8	17,1		
Densidad Seca de Suelo	g/cm³	1,380	1,420	1,460	1,398		

RESULTADOS					
Densidad Máxima seca	1,460	(g/cm³)	Humedad óptima	12,4	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

COMENTARIOS:

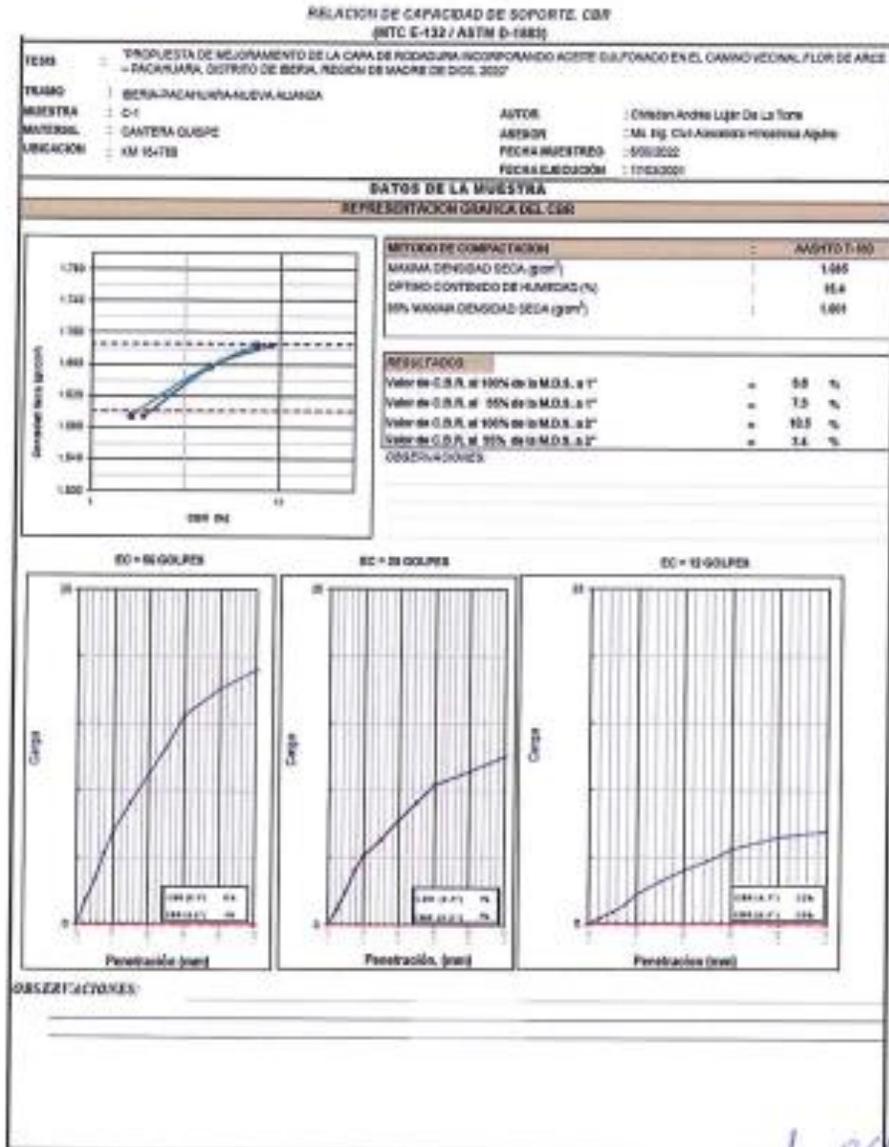
JOSE DAVID MACQUE ORTIZ
Ingeniero Civil
CNPV 124244

José E. Vidal Llanos
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CSR
(MTC E-132 / ASTM D-1883)

TITULO : PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA INCORPORANDO ACEITE SULFONADO EN EL CAMINO VECINAL FLOR DE ACRE - PACAHUARA, DISTRITO DE IBERIA, REGION DE MADRE DE DIOS, 2022											
TRAMO : WERUAPACAHUARA-MUEVA ALUMBA											
MUESTRA : C-1						AUTOR : Christian Andrés Lujan De La Torre					
MATERIAL : CARBON-ACTIVO						ASESOR : Mg. Ing. Civi Alexander Humberto Acuña					
FECHA : 14/1/2022						FECHA MUESTREO : 01/01/2022					
UBICACION : KM 14+700						FECHA ELABORACION : 13/01/2022					
DATOS DE LA MUESTRA											
CALCULO DEL CSR											
Muestra N°	1		2		3						
Capas N°	6		6		6						
Diámetro por capa N°	10		10		10						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO					
Peso de molde + agua (g)	1228.8	1227.3	1228.0	1226.8	1226.6	1214.0					
Peso de molde (g)	527.0	527.0	526.0	526.0	526.2	526.0					
Peso de agua (g)	701.8	700.3	702.0	700.8	700.4	688.0					
Volumen del molde (cm³)	200.0	200.0	214.0	214.0	214.0	214.0					
Densidad (g/cm³)	1.84	1.89	1.84	1.89	1.89	1.87					
Tare (g)											
Peso agua (g)	484.8	473.3	476.0	474.8	474.2	468.0					
Peso agua seco (g)	427.1	428.7	428.8	428.2	428.4	428.8					
Peso de arena (g)											
Peso de agua (g)	67.7	64.6	67.2	66.6	65.8	64.0					
Peso de agua seco (g)	427.1	428.7	428.8	428.2	428.4	428.8					
Contenido de humedad (%)	15.9	15.1	15.7	15.6	15.4	15.0					
Densidad seca (g/cm³)	1.884	1.721	1.827	1.871	1.884	1.888					
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAM.	EXPANSION		DIAM.	EXPANSION		DIAM.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/22	10:40	0	10	0.00			0.00			0.00	
14/01/22	10:40	24	7	0.07		19	0.318		19	0.078	
14/01/22	10:40	48	21	0.21		43	0.340		43	0.080	
14/01/22	10:40	72	48	0.48		73	0.275		74	0.086	
13/01/22	10:40	96	75	0.075		97	0.267		134	0.134	
				4.03	0.08	1.18		4.17	0.08	1.14	
PERMEACION											
PERMEACION		CARGA		MOLEDE MP		MTC		MOLEDE MP		MTC	
		STAND.		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	mmHg	kg/cm²	kg	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.43M	0.025	86	1.8	22	1.1	8	0.8	8	0.8		
1.270	0.050	86	3.3	48	2.8	17	0.9	17	0.9		
1.800	0.075	189	5.3	78	4.0	27	1.4	27	1.4		
2.540	0.100	21.81	108	9.9	-	8.8	88	9.1	-	7	3.2
3.810	0.150	178	9.1	169	9.3			81	3.1		
5.080	0.200	168.48	218	11.1	-	10.3	180	7.8	-	7	3.8
6.350	0.250	287	13.2	177	9.1			90	4.7		
7.620	0.300	320	15.5	260	10.4			158	5.8		
10.160	0.400	341	17.9	222	11.4			129	6.9		
12.700	0.500	269	18.0	261	12.8			130	6.8		
REMARKS: <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> JOSE DAVID ENRIQUE ORTIZ Ingeniero Civil CIP N° 131244 </div> <div style="text-align: center;"> José E. Vidal Lujan Representante Legal PROVIAL INGENIERIA S.A.C. </div> </div>											



Jose David Flaque Ortiz
JOSÉ DAVID FLAQUE ORTIZ
Ingeniero Civil
CIP N° 131244

Jose E. Vidal Lianos
José E. Vidal Lianos
Representante Legal
PROVIAL INGENIERIA S.A.C.



CERTIFICADO DE VERIFICACION N° CCG – 216 – 2022

Página 1 de 2

Expediente : TLPB-00200021-000040
Fecha de emisión : 18/04/2022
1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO
RUC : 10067960684
2. Descripción del equipo : COPA CASA GRANDE CON CONTADOR DE GOLPE
Marca del equipo : RUMISTONE
Modelo del equipo : CGR1096
Serie del equipo : LA-010078
Sistema del equipo : Manual

El instrumento está compuesto de un casquete esférico de metal, fijado en el borde a un dispositivo que mediante la operación de una manivela produce la elevación del casquete y su subsecuente caída, produciendo así un choque controlado contra una base. El terreno mojado uniformemente con agua es colocado en la parte del casquete metálico opuesta al punto fijo y se le da forma con una planilla que deja en el centro una ranura uniforme. A cada vuelta de la manivela se produce un golpe en el casquete, que tiende a hacer deslizar el suelo ya húmedo juntando los bordes de la ranura. El equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

3. Lugar y fecha de Calibración

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
 Jr. Andahuaylas N° 477, SMP - Lima

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. Terraservice Laboratorio Perú S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	PATRÓN
Pló de rey	INSIZE	TC - 05681 - 2021 INACAL	Vernier INSIZE Div. Esc. 0,020 / 0 mm a 450 mm
Durómetro tipo D	REX GAUGE CO.	RD - 0118171	Durómetro REX GAUGE CO. Div. Esc. 1 / 0 shore D a 90 shore D
Resilience tester	HUMBOLDT	-	

6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	25.1	25.5
Humedad %	68%	68%

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

☎ 01 323 5468
 ☎ 918 385 323 / 918 688 072 / 927 526 207
 📍 JR. Andahuaylas N°477
 San Martín de Porres - Lima
 RUC: 20603356791



TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° CCG - 216 - 2022

Página: 2 de 3

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

CONJUNTO DE LA CASUELA									
Dimensiones (ASTM D4318)	A			B			C		
Descripción	Radio de la copa			Espesor de la copa			Profundidad de la copa		
Medida establecida (mm)	54			2			27		
Tolerancia (mm)	+/- 0.5			+/- 0.1			+/- 0.5		
Medida del Equipo (mm)	53.89	53.89	53.89	2.00	2.00	2.00	27.24	27.24	27.24
Promedio (mm)	53.89			2.0			27.24		
CGR1096	0.00			0.00			0.00		

DIMENSIONES

LETTER	A ^a	B ^a	C ^a	F ^a	G	H	J ^a	A ^a	L ^a	W ^a	
MM	54	2	27	56	32	10	16	60	50	190	125
	± 0.5	± 0.1	± 0.5	± 2.0			± 1.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	
LETTER	N	R	S	T	U ^a	V	X	Y	Z		
MM	24	28	24	40	47	3.8	13	6.5			
					± 1.0						

^a ESSENTIAL DIMENSIONS

CAM ANGLE DEGREES	CAM RADIUS
0	0.742 R
30	0.753 R
60	0.764 R
90	0.773 R
120	0.784 R
150	0.786 R
180	0.818 R
210	0.884 R
240	0.901 R
270	0.945 R
300	0.974 R
330	0.995 R
360	1.000 R

FIG. 1 Hand-Operated Liquid Limit Device

Fuente: ASTM D4318

☎ 01 323 9468
 ☎ 918 385 323 / 980 618 072 / 927 526 207
 📍 JR. Andahuaylas N°477
 San Martín de Porras - Urea
 RUC: 20603356791
 www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERU
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° CCG - 216 - 2022

Página: 2 de 3

BASE												
Dimensiones (ASTM D4318)	U			K			L			M		
Descripción	Medida desde el hombro de la copa hasta la base			Espesor			Largo			Ancho		
Medida (mm)	47			50			150			125		
Tolerancia (mm)	+ - 1,0			+ - 2,0			+ - 2,0			+ - 2,0		
Medida del Equipo (mm)	47	47	47	51.00	51.00	51.00	151	151	151	126	126	126
Promedio (mm)	47.00			51.00			151.00			126.00		
Inseridumbre absoluta (mm)	0.00			0.00			0.00			0.00		

ENSAYO DE RESILIENCIA (%)			
ENSAYO	84	83	84
PROMEDIO	83.67		
INSERTIDUMBRE ABSOLUTA	0.58		

* LA RESILIENCIA DE REBOTE DEBE ENCONTRARSE EN EL RANGO DE 77% A 90%

ENSAYO DE DUREZA (SHORE TIPO A)			
ENSAYO	71.5	71	69.85
PROMEDIO	71		
INSERTIDUMBRE ABSOLUTA	0.85		

* SHORE TIPO A ES LA DUREZA DEL PIE DE GOMA (SOPORTA LA BASE) NO MAYOR A 60.

CUADRO DE RESUMEN		
	CUMPLE	NO CUMPLE
RESILIENCIA %	X	X
DUREZA TIPO A	X	X
DUREZA TIPO D	X	X

ENSAYO DE DUREZA (SHORE TIPO A)			
ENSAYO	71.5	71	69.85
PROMEDIO	71		
INSERTIDUMBRE ABSOLUTA	0.85		

* SHORE TIPO D ES LA DUREZA DE LA BASE QUE COMPRENDE SU DUREZA DE 80 A 90.

CONSIDERAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:
LA COPA DE CASAGRANDE:

- Debe estar limpia y en buen funcionamiento.
- La zona de la base en la que golpea la cuchara no debe presentar una huella con un diámetro superior a 10 mm.
- Debe estar firmemente enganchada al soporte de sujeción. Debiéndose sustituir cuando el acanalador hubiera formado huella de más de 0,1 mm.
- El pivote del gancho de suspensión no debe estar desgastado hasta tal punto que permita un movimiento lateral de más de 3,0 mm en el punto más bajo y si la cuchara cae antes de que el gancho de suspensión pierda el contacto con la leva, ésta se deberá sustituir.

EL ACANALADOR DE CASAGRANDE:

- Se debe verificar frecuentemente y regularmente con el objetivo de verificar su desgaste, ya que dependiendo del tipo de suelos puede sufrir un mayor desgaste.
- Cuando no se cumplan las dimensiones especificadas anteriormente dicho acanalador se desechará.
- La altura de caída de la cuchara debe ajustarse de forma que el punto de contacto con la base, fácilmente localizable a simple vista en la cuchara por formarse una mancha más brillante a causa de los golpes, caiga desde una altura de 10 mm ± 0,05 mm.
- Normalmente dicha comprobación se realiza mediante un patrón que suelen llevar los acanaladores en la parte posterior.

☎ 01 323 0468
 📠 938 385 323 / 990 668 072 / 527 526 207
 📍 JR. Andahuaylas Nº477
 San Martín de Porres - Lima
 📠 RUC: 20603356781
 🌐 www.terraservicelaboratoriope.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERU
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CHS - 0427 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-0029821-009348
Fecha de Emisión : 18/04/2022

1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO
Dirección : JR. HUARAZ 1724 ALT CORA 8 DE AV BRASIL LIMA-LIMA-BREÑA
RUC : 1006799884

2. Instrumento de Medición : HUMEDÓMETRO (SPEEDY)
Marca : RUMSTONE
Modelo : HBR18
Número de serie : LA-010380
Alcance de Indicación Max. : 20 % HR
Procedencia : PERÚ
Identificación : NO INDICA
Lugar de Calibración : Laboratorio de presión Terraservice
Fecha de Calibración : 18/04/2022

3. Método de Calibración Empleada
La calibración se realizó utilizando patrones con trazabilidad de INACAL, mediante el método de comparación indirecta, empleando una muestra de humedad de referencia.

4. Observaciones

- * Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"
- * La calibración se realizó con 25 gramos de muestra.
- * Se verificó y ajustó la balanza digital de 500 gramos identificada con LA-010381
- * El resultado de cada uno de las mediciones, en el presente documento es de un promedio de dos lecturas de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento, son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no deben usarse como certificado de conformidad de producto.
- * TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- * El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación, mantenimiento del mismo y de acuerdo con la disposiciones legales.
- * El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(*) Código asignado por TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

☎ 01 323 9468
📍 938 381 323 / 960 668 072 / 927 526 207
📄 IRL Andahuaylas Nº477
San Martín de Porres - Lima
RUC: 20603356701
www.terraservicelaboratorioperu.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CHS - 0427 - 2021

Página: 2 de 2

5. Lugar de Calibración

Laboratorio de Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
Jr. Andahuaylas 8477
San Martín de Porres - Lima

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

TRAZABILIDAD	MARCA	Certificado de Calibración
TC - INACAL	Manómetro análogo NOUVA FIMA (0 - 60 PSI)	TC - 18062 - 2020
OIML	PESAS PATRÓN CLASE F1	WJ - 7737

7. Temperatura y Humedad Relativa

	Inicial	Final
Temperatura	25	25.5
Humedad Relativa	68%	68%

8. Resultados

Humedad Patrón (%)	Humedad de Indicación del Instrumento %	Humedad Error %	Humedad Incertidumbre %
5.00	5.0	0.00	0.00
10.00	10.0	0.00	0.00
15.00	15.0	0.00	0.00
18.00	18.0	0.00	0.00

9. Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G 1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de las incertidumbre Estandar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° CDC - 840 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00200821-000048

Fecha de emisión : 18/04/2022

1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO

RUC : 10067990884

2. Descripción del equipo : CONO DE DENSIDAD DE ACERO INOX 6 1/2"

Marca de prensa : RUMISTONE

Modelo : CDB1013

Número de serie : LA-010089

Ubicación : Laboratorio de longitud y masa Terraservice

Fecha de verificación : 18/04/2022

3. Lugar de verificación

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
Jr. Andahuaylas N° 477, SMP - Lima

4. Método de verificación

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Ensayo para determinar la densidad de los suelos por el método del cono de arenas MTC E 117 - 2000 y LA NORMA ASTM D 1556 "Standard Test Method for Density and unit weight of soil in place by the sand-cone method"

5. Lugar de verificación

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
Jr. Andahuaylas N° 477
San Martín de Porres - Lima

6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23.2	23.2
Humedad Relativa	71%	71%

7. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia	Vernier de 450mmx0,02mm	TC - 05681-2021 / INACAL

Los resultados del presente certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° CDC - 840 - 2022

Página: 2 de 2

8. Observaciones

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

9. Resultados de Medición

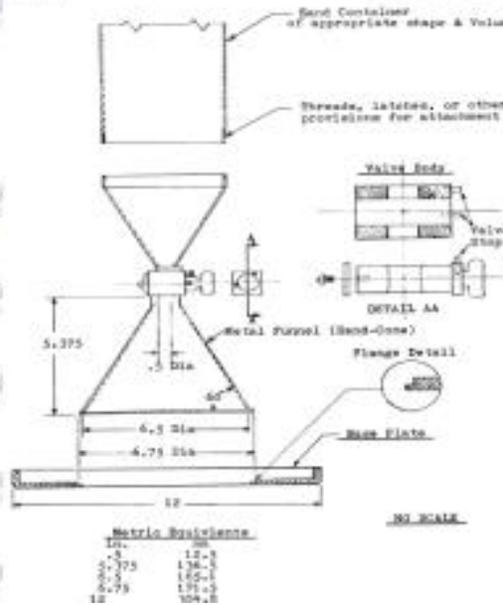
Diámetro Interior (mm)	165.6	165.4	165.6	165.4
Diámetro Exterior (mm)	171.4	171.4	171.2	171.3

Diámetro promedio medido (mm)	Incertidumbre Absoluta (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
165.5	0.00	1.00

Valor Aceptado	165.4 ± 0.1 mm
-----------------------	----------------

Observaciones:

Mediante el cálculo de las medidas del equipo como de densidad se determina que su diámetro interior promedio es de 165.5 mm, al compararlo con el valor aceptado se encuentra dentro del rango de la medida establecida por las normas ASTM D 1556.



TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

EXPEDIENTE N° 506 - 2022 - TERRA

INFORME DE CALIBRACIÓN

EXPEDIENTE : TLPB-00200821-000048

SOLICITANTE : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO **PROYECTO** : CALIBRACIÓN DE ARENA PARA DENSIDAD DE CAMPO

DIRECCIÓN : JR. HUARAZ 1724 ALT CDRA 8 DE AV BRASIL LIMA-LIMA- BREÑA **RUC** : 10067990884

FECHA DE EMISIÓN : 18/04/2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Arena para Densidad de Campo, según norma "ASTM D 1556" **PRESENTACIÓN** : 02 saco de polipropileno
CANTIDAD : 100 kg aprox

ASTM D 1556 - 00	DENSIDAD Y MASA UNITARIA DEL SUELO IN-SITU MÉTODO DEL CONO DE ARENA ANEXOS: A1.- CALIBRACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA ARENA
------------------	---

A1.- CALIBRACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA ARENA

A) VOLUMEN DE SOMBRERO (Método del Llenado con Agua)

CÓDIGO : D - 1

ENSAYO (N)	1	2	3	4	5
Volumen del sombrero (cm ³)	2,798.0	2,798.0	2,798.0	2,798.0	2,798.0
Media	$X = S / N$		2,798.00		
Desv. Estand.	s		0.000000		
Coef. Variación	Cv		0.000000		

C) DETERMINACIÓN DE MASA DE ARENA EN EL CONO

ENSAYO (N)	1	2	3	4	5
Masa Inicial: masa de la arena + masa del cono	7,294.0	7,294.0	7,283.0	7,285.0	7,294.0
Masa Final: masa remanente el cono	5,858.0	5,850.0	5,842.0	5,841.0	5,858.0
Arena empleada	1,436.0	1,444.0	1,441.0	1,444.0	1,436.0
Media	$X = S / N$		1,440.20		
Desv. Estand.	s		4.024922		
Coef. Variación	Cv		0.002795		

B) DETERMINACIÓN DE MASA DE ARENA EN EL SOMBRERO, CONO Y PLATO BASE

ENSAYO (N)	1	2	3	4	5
Masa Inicial: masa de la arena + masa del cono	7,169.0	7,169.0	7,168.0	7,168.0	7,168.0
Masa Final: masa remanente el cono	1,834.0	1,835.0	1,840.0	1,850.0	1,861.0
Arena empleada	5,335.0	5,334.0	5,328.0	5,318.0	5,307.0
Media	$X = S / N$		5,324.40		
Desv. Estand.	s		11.844830		
Coef. Variación	Cv		0.002225		

D) CÁLCULO DE LA DENSIDAD

Masa Arena en el Sombrero promedio	3,884.2
Volumen del Sombrero	2,798.0
DENSIDAD DE LA ARENA (g/cm³)	1.390

INFORME DE CALIBRACIÓN

EXPEDIENTE : TLPB-00200821-000048
SOLICITANTE : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO
PROYECTO : CALIBRACIÓN DE ARENA PARA DENSIDAD DE CAMPO
DIRECCIÓN : JR. HUARAZ 1724 ALT CDRA 8 DE AV BRASIL LIMA-LIMA-RUC : 10067990884
 BREÑA
FECHA DE EMISIÓN : 18/04/2022
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Arena para Densidad de Campo, según norma ASTM D 1556*
PRESENTACIÓN : 02 saco de polipropileno
CANTIDAD : 100 kg aprox

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			100
N° 16	1.180	83	83	17
N° 20	0.850	17	100	
N° 30	0.600			
N° 40	0.425			
N° 50	0.300			
N° 60	0.250			
N° 100	0.150			
N° 200	0.075			
-200				

ASTM C 117-04

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)

Coefficiente de uniformidad: $C_u = D_{60}/D_{10}$

1.- Determinación del D_{60}

Log .000 → 67.0
 Log (D60) → 80.0
 Log 1.000 → 3.0

D60 = 1.390

2.- Determinación del D_{10}

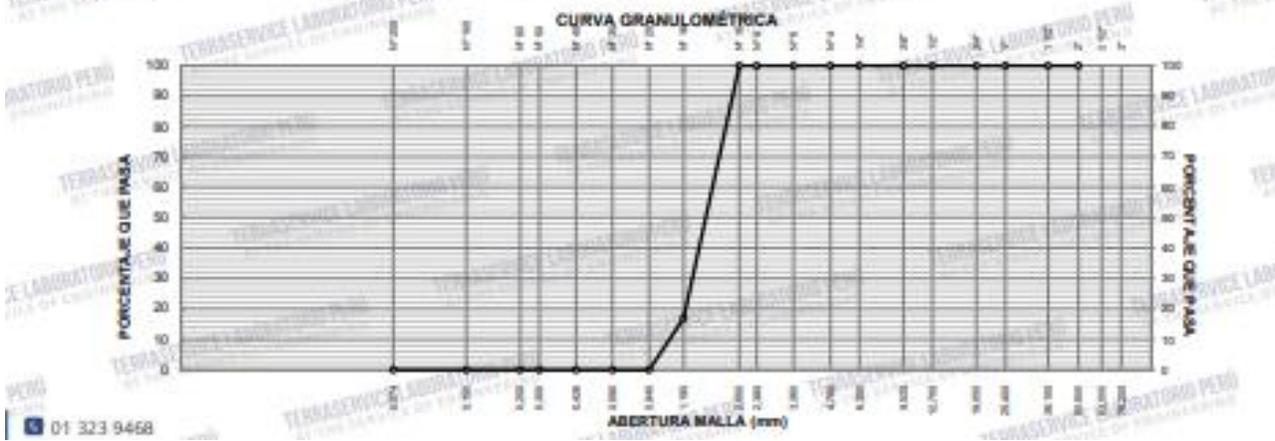
Log .000 → 17.0
 Log (D10) → 10.0
 Log .000 → 0.0

D10 = 1.122

3.- Determinación de: $C_u = D_{60}/D_{10}$

Cu = 1.24

D60: Diámetro a través del cual pasa el sesenta por ciento del
 D10: Diámetro a través del cual pasa el diez por ciento del material.



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° MPE - 968 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00200821-000948

Fecha de emisión : 18/04/2022

1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO

RUC : 10067990884

2. Descripción del equipo : MARTILLO COMPACTADOR PARA PROCTOR ESTÁNDAR

Marca de prensa : RUMISTONE

Modelo : R-MCPE21

Número de serie : LC-010298

Ubicación : Laboratorio de longitud y masa Terraservice

Fecha de Calibración : 18/04/2022

Partes del equipo :

A) Martillo



Los resultados del presente certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar de verificación

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L
Jr. Andahuaylas N° 477, SMP - Lima

4. Información de verificación

Procedimiento : Determinación de medidas del molde por el método de "Medición Línea".

Observaciones : El certificado calibración del equipo tiene una duración de 12 meses contados desde la fecha de calibración.

Los datos obtenidos característicos del molde (distancia caída libre, masa), fueron comparados según los requerimientos de la norma ASTM D 698.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
VERNIER 450mm±0.02mm	INSIZE	TC - 06681-2021	INACAL

6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	25.1	25.5
Humedad %	68%	68%



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MPE - 968 - 2022

Página: 2 de 2

7. Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

8. Determinación de la altura del molde

N°	1	2	3
Altura (mm)	306.0	306.1	306.0

Altura Promedio

Media (mm)	306.0
Desv. Estand.	0.051396
Coef. Variación	0.000168

9. Determinación del diámetro del molde

N°	1	2	3	4
Masa (kg)	2.5	2.5	2.5	2.5

Masa promedio del martillo compactador proctor estándar

Media (mm)	2.5
Desv. Estand.	0.005000
Coef. Variación	0.001994

10. Parámetro de control molde

Parámetro	Laboratorio	ASTM D 698
Distancia de caída libre (mm)	306.0	116.4 ± 0.5 mm
Masa (kg)	2.5	101.6 ± 0.4 mm

Conclusión:

Del ensayo realizado se determina que el Martillo Compactador Proctor Estándar tiene una distancia de caída libre de 306.0 mm y su masa es de 2.51



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° MPM - 983 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00200821-000048

Fecha de emisión : 11/04/2022

1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO

RUC : 10067990834

2. Descripción del equipo : MOLDE PROCTOR MODIFICADO 6"

Marca de prensa : RUMISTONE

Modelo : R-MPM15

Número de serie : LC-010660

Ubicación : Laboratorio de longitud y masa Terraservice

Fecha de Calibración : 11/04/2022

Partes del equipo :

A) Collar de extensión :

B) Molde :

C) Plato base :



3. Lugar de verificación

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
Jr. Andahuayles N° 477, SMP - Lima

4. Información de verificación

Procedimiento : Determinación de medidas del molde por el método de "Medición Línea"

Observaciones : El certificado calibración del equipo tiene una duración de 12 meses contados desde la fecha de calibración.

Los datos obtenidos característicos del molde (altura, diámetro, volumen), fueron comparados según los requerimientos de la norma ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
VERNIER 450mmx0,02mm	INSIZE	TC - 05681-2021	INACAL

6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	25.1	25.5
Humedad %	68%	68%

7. Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

Los resultados del presente certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

8. Determinación de la altura del molde

N°	1	2	3
Altura (mm)	117.0	117.0	117.0

Altura Promedio

Media(mm)	117.0
Desv. Estand.	0.000000
Coef. Variación	0.000000

9. Determinación del diámetro del molde

PARTE DEL EQUIPO	1	2	3	4
Superior	152.4	152.4	152.4	152.4
Inferior	152.4	152.4	152.4	152.3

Diámetro Superior Promedio (d1)

Media(mm)	152.4
Desv. Estand.	0.025820
Coef. Variación	0.000169

Diámetro Inferior Promedio (d2)

Media(mm)	152.4
Desv. Estand.	0.025166
Coef. Variación	0.000165

10. Determinación del volumen del molde

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_1 + d_2)^2}{(16)(10)^3}$$

$$V \text{ (cm}^3\text{)} : 2133$$

11. Parámetro de control molde

Parámetro	Laboratorio	ASTM D 698
Altura (mm)	117.0	116.4 ± 0.5 mm
Diámetro Sup. (mm)	152.4	152.4 ± 0.7 mm
Diámetro Inf. (mm)	152.4	
Volumen (cm ³)	2133	2124 ± 25 cm ³
Altura del Collar de Extensión (mm)	55.3	≥ 50.8
Peso del molde (g)	2893	No indica

Conclusión:

Del ensayo realizado al Molde Proctor Modificado 6" se obtuvo que la altura tiene una medida de 117 mm, el diámetro superior e inferior de 152.4 mm, volumen de 2133 cm³, la altura del collar de extensión de 55.3 mm y el molde tiene una masa de 2893g. Por ello, afirmamos que los valores calculados del equipo de la marca RUMISTONE cumple con lo establecido por la norma ASTM D 698.

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 IIR, Widalhuayta Nº477

San Martín de Porres - Lima



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° MPM - 979 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00200821-000048
 Fecha de emisión : 18/04/2022
 1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO
 RUC : 10067990884
 2. Descripción del equipo : MARTILLO COMPACTADOR PARA PROCTOR MODIFICADO
 Marca de prensa : RUMISTONE
 Modelo : R-MCPM21
 Número de serie : LC-010019
 Ubicación : Laboratorio de longitud y masa Terraservice
 Fecha de Calibración : 18/04/2022
 Partes del equipo :



Los resultados del presente certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar de verificación

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
 Jr. Andahuaylas N° 477, SMP - Lima

4. Información de verificación

Procedimiento : Determinación de medidas del molde por el método de "Medición Lineal".

Observaciones : El certificado calibración del equipo tiene una duración de 12 meses contados desde la fecha de calibración.
 Los datos obtenidos característicos del molde (distancia caída libre, masa), fueron comparados según los requerimientos de la norma norma ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
VERNIER 450mm±0.02mm	INSIZE	TC - 05681-2021	INACAL

E. Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° MPM - 979 - 2022

Página: 2 de 2

7. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	25.1	25.5
Humedad %	68%	68%

8. Determinación de la altura del molde

N°	1	2	3
Altura (mm)	458.5	458.6	458.5

Altura Promedio

Media(mm)	458.5
Desv. Estand.	0.028868
Coef. Variación	0.000063

9. Determinación del diámetro del molde

N°	1	2	3	4
Masa (kg)	4.5	4.5	4.6	4.5

Masa promedio del martillo compactador proctor estándar

Media(mm)	4.5
Desv. Estand.	0.047258
Coef. Variación	0.010421

10. Parámetro de control molde

Parámetro	Laboratorio	ASTM D 1557
Distancia de caída libre (mm)	458.5	457.2 ± 1.6 mm
Masa (kg)	4.5	4.54 ± 0.01 kg

Conclusión:

Del ensayo realizado se determina que el Martillo Compactador Proctor Modificado tiene una distancia de caída libre de 458.5 mm y su masa es de 4.5 kg. Por ello, se afirma que el equipo de la marca RUMISTONE cumple con las indicaciones de la norma ASTM D 1557.

CERTIFICADO DE VERIFICACION N° MPE - 990 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00200821-000848
 Fecha de emisión : 18/04/2022
 1. Solicitante : VIDAL LLANOS JOSE EMILIANO
 RUC : 10067990894
 2. Descripción del equipo : MOLDE PROCTOR ESTÁNDAR 4"
 Marca de prensa : RUMISTONE
 Modelo : R-MPE16
 Número de serie : LC-010436
 Ubicación : Laboratorio de longitud y masa Terraservice
 Fecha de Calibración : 18/04/2022
 Partes del equipo :

A) Collar de extensión :
 B) Molde :
 C) Plato base :



3. Lugar de verificación

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
 Jr. Andahuaylas N° 477, SMP - Lima

4. Información de verificación

Procedimiento : Determinación de medidas del molde por el método de "Medición Linear".

Observaciones : El certificado calibración del equipo tiene una duración de 12 meses contados desde la fecha de calibración.

Los datos obtenidos característicos del molde (altura, diámetro, volumen), fueron comparados según los requerimientos de la norma ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
VERNIER 450mmx0.02mm	INSIZE	TC - 05681-2021	INACAL

6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	25.1	25.5
Humedad %	68%	68%

☎ 01 323 9468
 ☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207
 📍 JR. Andahuaylas NP477
 San Martín de Porres - Lima
 RUC: 20601356781
 www.terraservice.com

Los resultados del presente certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



7. Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

8. Determinación de la altura del molde

N°	1	2	3
Altura (mm)	116.9	116.8	116.9

Altura Promedio

Media (mm)	116.9
Desv. Estand.	0.040000
Coef. Variación	0.000342

9. Determinación del diámetro del molde

PARTE DEL EQUIPO	1	2	3	4
Superior	101.5	101.3	101.4	101.4
Inferior	101.4	101.3	101.4	101.4

Diámetro Superior Promedio (d1)

Media (mm)	101.4
Desv. Estand.	0.081690
Coef. Variación	0.000805

Diámetro Inferior Promedio (d2)

Media (mm)	101.4
Desv. Estand.	0.050000
Coef. Variación	0.000493

10. Determinación del volumen del molde

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_1 + d_2)^2}{(16)(10)^3}$$

$$V \text{ (cm}^3\text{)} = 943.5$$

11. Parámetro de control molde

Parámetro	Laboratorio	ASTM D 698
Altura (mm)	116.9	116.4 ± 0.5 mm
Diámetro Sup. (mm)	101.4	101.6 ± 0.4 mm
Diámetro Inf. (mm)	101.4	
Volumen (cm ³)	943.5	944 ± 14 cm ³
Altura del Collar de Extensión (mm)	55.3	≥ 50.8 mm
Peso del molde (g)	1599	No indica

Conclusión:

Del ensayo realizado al Molde Proctor Estándar 4" se obtuvo que la altura tiene una medida de 116.9 mm, el diámetro superior e inferior 101.4 mm, volumen de 943.5 cm³ y la altura del collar de extensión de 55.3 mm. Por ello, afirmamos que los valores calculados del equipo de la marca RUMISTONE cumple con lo establecido por la norma ASTM D 698.

01 323 9468

938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356701

www.terraservicelaboratorio Peru

