



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño del Pavimento Flexible Modificado con Caucho Industrial
en la Carpeta Asfáltica para Mejorar sus Propiedades, Ciudad de
Juliaca, 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Coyla Mamani, Hermogenes David (<https://orcid.org/0000-0003-1986-109X>)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (<https://orcid.org/0000-0001-8850-8463>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA - PERÚ

(AÑO 2022)

Dedicatoria

A Dios, por darme todo en esta vida, por guiar y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Cristina Mamani y Mario Coyla, quienes son el mejor regalo que Dios me dio, gracias a la vida por dejarme disfrutar de ellos y compartir este logro.

A mi hermano Luis y a mi hermanito Ricardo por apoyarme siempre, a mi tío Sixto en el cielo, por lo que representan para mí y por estar siempre presente en cada momento de mi vida.

Agradecimiento

Ante todo, agradezco a Dios, ya que con su bendición y su sabiduría depositada en mí ha sido posible culminar mi vida universitaria con éxito, contribuyendo con la elaboración de esta tesis, la cual es un gran aporte a la sociedad y a los futuros investigadores del mismo rubro.

A mis padres, gracias por el apoyo incondicional y por todos los sacrificios que han hecho para poder darme lo mejor de ustedes sin importar las circunstancias.

A mi asesor, el Ingeniero Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo, quien ha sido pieza fundamental para la realización de esta investigación; gracias ingeniero por el tiempo que dedica a esta hermosa profesión y ayudar a los que lo necesitan.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y Operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS	77
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Tamaño de muestra.....	23
Tabla 2. Cuadro resumen del conteo vehicular	34
Tabla 3. Índice Medio Diario Anual 2022 - 2026.....	36
Tabla 4. Índice Medio Diario Anual 2046	37
Tabla 5. Dimensiones y Cargas	38
Tabla 6. Cálculo de ejes equivalentes	39
Tabla 7. Cálculo de resultado de Esal	40
Tabla 8. Diseño de Pavimento Flexible.....	41
Tabla 9. Coeficiente estructural de las capas del pavimento flexible	43
Tabla 10. Composición de la mezcla de agregados	45
Tabla 11. Resultados del análisis granulométrico de la mezcla de agregados.....	46
Tabla 12. Composición y características entre automóviles y camiones	47
Tabla 13. Características del caucho industrial	47
Tabla 14. Descripción técnica del neumático.....	47
Tabla 15. Resultados de la prueba estándar para la mezcla de agregados	48
Tabla 16. Resultados del ensayo de proctor y CBR	49
Tabla 17. Categorías de Subrasante	50
Tabla 18. Especificaciones técnicas del Cemento Asfáltico (C.A.) PEN 120-150. 51	
Tabla 19. Propiedades del Cemento Asfáltico (C.A.) PEN 120-150.....	51
Tabla 20. Propiedades de la mezcla para distintos %C.A. añadido.....	53
Tabla 21. Propiedades de la muestra patrón (6.76% C.A.)	53
Tabla 22. Propiedades de la mezcla para distintos %C.I. añadido.	58
Tabla 23. Parámetros según el % de Adición de C.I	58
Tabla 24. ENSAYO LOTTMAN	63
Tabla 25. ENSAYO RUEDA DE HAMBURGO	64
Tabla 26. Resultados del objetivo general.....	65
Tabla 27. Resultados del objetivo específico 1.....	65
Tabla 28. Resultados del objetivo específico 2.....	66
Tabla 29. Resultados del objetivo específico 3.....	66
Tabla 30. Matriz de consistencia.....	87

Tabla 31. Matriz de operacionalización de variables	89
Tabla 32. Numero de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el carril de diseño para Pavimentos Flexibles, Semi-rigidos y Rígidos.	128
Tabla 33. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico.	129
Tabla 34. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico	130
Tabla 35. Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico	131
Tabla 36. Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico	132
Tabla 37. Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)	133

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Modificación asfáltica por vía húmeda.....	12
Figura 2. Estructura del pavimento flexible.....	13
Figura 3. Equipo de la rueda de carga de Hamburgo.....	16
Figura 4. Resultados de la prueba de rueda de carga de Hamburgo.....	17
Figura 5. Progresión del daño por humedad en el mastic asfáltico.....	17
Figura 6. Imagen satelital de la ciudad de Juliaca.....	32
Figura 7. Imagen satelital – ubicación de las canteras.....	33
Figura 8. Conteo vehicular en el sitio a) Día b) Noche.....	33
Figura 9. Resultado de conteo de vehículos.....	35
Figura 10. Resumen de IMDA 2022 - 2026.....	37
Figura 11. Ecuación básica para el diseño de la estructura FR de un pavimento flexible.....	40
Figura 12. Ecuación AASHTO93.....	42
Figura 13. Ecuación en HP Prime.....	42
Figura 14. Calculo del número estructural requerido usando ábaco AASTHO.....	43
Figura 15. Excavación calicata C-1 a) Inicio de excavación b) Proceso de excavación.....	44
Figura 16. Excavación calicata C-2 a) Inicio de excavación b) Proceso de excavación.....	44
Figura 17. Análisis granulométrico a) Selección de la muestra b) Proceso de tamizado.....	45
Figura 18. Curva granulométrica de la mezcla de agregados.....	46
Figura 19. Ensayo de proctor modificado a) Preparación de la muestra b) Procesamiento.....	48
Figura 20. Ensayo de CBR a) Adición de la muestra b) Procesamiento.....	49
Figura 21. Resultados de los CBR.....	49
Figura 22. CBR de diseño.....	50
Figura 23. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.....	55
Figura 24. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.....	55
Figura 25. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.....	56
Figura 26. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.....	56
Figura 27. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.....	57

Figura 28. Ensayo Marshall a) Preparando de la muestra b) Procesamiento.....	58
Figura 29. Estabilidad de la muestra para distintos % de caucho industrial.	60
Figura 30. Flujo de la muestra para distintos % de caucho industrial.	60
Figura 31. Peso unitario de la muestra para distintos % de caucho industrial.	61
Figura 32. Peso específico máximo de la muestra para distintos % de caucho industrial.	61
Figura 33. % de vacíos de la muestra para distintos % de caucho industrial.	62
Figura 34. Ensayo Lottman.	62
Figura 35. Ensayo Lottman.	63
Figura 36. Ensayo Rueda de Hamburgo.....	64
Figura 37. Muestra de la Avenida Lampa (salida lampa).	91
Figura 38. Mapa de ubicación de la Avenida Lampa (salida a lampa).	92
Figura 39. Conteo vehicular.	94
Figura 40. Conteo vehicular.	94
Figura 41. Conteo vehicular.	94
Figura 42. Conteo vehicular.	94
Figura 43. Calicata C-1	96
Figura 44. Calicata C-1	96
Figura 45. Calicata C-2	96
Figura 46. Calicata C-2	96
Figura 47. Calicata C-2.	97
Figura 48. Calicata C-2.	97
Figura 49. Obtención de agregado grueso.	99
Figura 50. Obtención de agregado grueso.	99
Figura 51. Obtención de agregado grueso.	99
Figura 52. Obtención de agregado grueso.	99
Figura 53. Obtención de la piedra chancada.	101
Figura 54. Obtención de la piedra chancada.	101
Figura 55. Obtención de la piedra chancada.	101
Figura 56. Obtención de la piedra chancada.	101
Figura 57. Obtención de llantas recicladas.	103
Figura 58. Obtención de llantas recicladas.	103
Figura 59. Entrega de materiales para ensayos.	105

Figura 60. Entrega de materiales para ensayos.....	105
Figura 61. Granulometría de agregados.....	107
Figura 62. Granulometría de agregados.....	107
Figura 63. Granulometría de caucho industrial.....	107
Figura 64. Granulometría de caucho industrial.....	107
Figura 65. Realizando la mezcla CBR.....	109
Figura 66. Realizando la compactación.....	109
Figura 67. Realizando la compactación.....	109
Figura 68. Realizando la mezcla.....	109
Figura 69. Preparando la muestra.....	111
Figura 70. Preparando la muestra.....	111
Figura 71. Moldeo de briquetas (MP).....	111
Figura 72. Moldeo de briquetas (MP).....	111
Figura 73. Moldeo de briquetas (1.5% CI).....	112
Figura 74. Moldeo de briquetas (1.5% CI).....	112
Figura 75. Moldeo de briquetas (2.0% CI).....	112
Figura 76. Moldeo de briquetas (2.0% CI).....	112
Figura 77. Moldeo de briquetas (2.5% CI).....	113
Figura 78. Moldeo de briquetas (2.5% CI).....	113
Figura 79. Moldeo de briquetas (3.0% CI).....	113
Figura 80. Moldeo de briquetas (3.0% CI).....	113
Figura 81. Estabilidad y flujo (MP).....	115
Figura 82. Estabilidad y flujo (MP).....	115
Figura 83. Estabilidad y flujo (MP).....	115
Figura 84. Estabilidad y flujo (MP).....	115
Figura 85. Estabilidad y flujo (1.5% CI).....	116
Figura 86. Estabilidad y flujo (1.5% CI).....	116
Figura 87. Estabilidad y flujo (1.5% CI).....	116
Figura 88. Estabilidad y flujo (1.5% CI).....	116
Figura 89. Estabilidad y flujo (2.5% CI).....	117
Figura 90. Estabilidad y flujo (2.5% CI).....	117
Figura 91. Estabilidad y flujo (3.0% CI).....	117
Figura 92. Estabilidad y flujo (3.0% CI).....	117

Figura 93. Estabilidad y flujo (3.0% CI).....	117
Figura 94. Roptura de briquetas (MARSHALL).	118
Figura 95. Roptura de briquetas (MARSHALL).	118
Figura 96. Peso unitario – máximo teórico.....	120
Figura 97. Peso unitario – máximo teórico.....	120
Figura 98. Peso unitario – máximo teórico.....	120
Figura 99. Ensayo Lottman.	122
Figura 100. Ensayo Lottman.	122
Figura 101. Ensayo Lottman.	122
Figura 102. Ensayo Lottman.	122
Figura 103. Ensayo Lottman.	122
Figura 104. Ensayo rueda de Hamburgo.....	124
Figura 105. Ensayo rueda de Hamburgo.....	124
Figura 106. Ensayo rueda de Hamburgo.....	124
Figura 107. Ensayo rueda de Hamburgo.....	124
Figura 108. Briquetas de ensayos.	126
Figura 109. Briquetas de ensayos.	126
Figura 110. Plano de ubicación (calicatas).	136
Figura 111. Plano de ubicación (canteras).	137

Resumen

La presente investigación tiene por objetivo general determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre el diseño del pavimento flexible para mejorar sus propiedades en la ciudad de Juliaca 2022.

El método de investigación tipo aplicada con diseño experimental, las briquetas de mezcla asfáltica fueron evaluadas con y sin partículas de caucho industrial.

Los instrumentos usados fueron fichas de recolección de datos del conteo vehicular, análisis granulométrico, ensayo de Proctor y CBR, diseño Marshall, ensayo Lottman y la Rueda de Hamburgo. Los resultados obtenidos de la mezcla asfáltica convencional, con respecto a la mezcla asfáltica modificada pasó de 1050 a 1099 kg en estabilidad, flujo de 8.98 a 8.20 mm, en Rueda de Hamburgo la profundidad de 11.53 a 9.87 mm, resistencia al daño por humedad de 77.4 a 78.8%, peso unitario compactada de 2.197 a 2.195 gr/cc, el peso específico máximo de 2.331 a 2.299 gr/cc y el % de vacíos de 5.71% a 4.50%.

La conclusión final del porcentaje de caucho industrial añadido a la mezcla convencional que mejora tanto las propiedades mecánicas como físicas es del 2.00%, por lo tanto, puede considerarse como el más adecuado para el diseño de pavimentos.

Palabras clave: pavimento flexible modificado, caucho industrial, carpeta asfáltica.

Abstract

The general objective of this research is to determine the influence of the reinforcement with industrial rubber in the asphalt layer on the design of the flexible pavement to improve its properties in the city of Juliaca 2022.

The applied type research method with experimental design, the asphalt mixture briquettes were evaluated with and without industrial rubber particles.

The instruments used were vehicle count data collection sheets, granulometric analysis, Proctor and CBR test, Marshall design, Lottman test and the Hamburg Wheel. The results obtained from the conventional asphalt mixture, with respect to the modified asphalt mixture, went from 1050 to 1099 kg in stability, flow from 8.98 to 8.20 mm, in the Hamburg Wheel the depth from 11.53 to 9.87 mm, resistance to moisture damage from 77.4 to 78.8%, compacted unit weight from 2,197 to 2,195 gr/cc, the maximum specific weight from 2,331 to 2,299 gr/cc and the % voids from 5.71% to 4.50%.

The final conclusion of the percentage of industrial rubber added to the conventional mixture that improves both the mechanical and physical properties is 2.00%, therefore, it can be considered as the most suitable for pavement design.

Keywords: modified flexible pavement, industrial rubber, asphalt binder.

I. INTRODUCCIÓN

El capítulo I del estudio: “Diseño del Pavimento Flexible Modificado con Caucho Industrial en la Carpeta Asfáltica para Mejorar sus Propiedades, Ciudad de Juliaca, 2022” detalla un acercamiento a la conceptualización de pavimento flexible, la realidad problemática de las vías asfálticas, los tipos de justificación que sustenta la investigación, los problemas que incentivaron escoger este tema, los objetivos que se plantearon alcanzar y finalmente las hipótesis propuestas por el investigador.

El pavimento flexible, es un tipo de pavimentación cuya estructura, es una mezcla de diferentes materiales como hidrocarburo en su mayoría de origen natural, se puede flexionar en función de la cantidad de carga vehicular que transita sobre esta vía; por ello su principal uso es para rutas de alto tráfico. No obstante, el comportamiento de sus propiedades puede alterarse con mucha facilidad ante las variaciones de temperatura (Múnera Ossa, 2012). Por ello, se propone modificar el diseño asfáltico convencional con el reforzamiento de caucho industrial para evaluar cómo influye en las propiedades finales del pavimento flexible.

A nivel internacional, según el estudio Traffic Index publicado en el año 2022 por la empresa TomTom, en el continente europeo se encuentran las tres ciudades con mayor tráfico siendo Istanbul en Turquía la ciudad que ocupa el primer lugar en tener el tránsito más pesado a nivel mundial que puede llegar a un 80% de nivel de congestión (TomTom, 2022). En comparación con el año 2019 la cantidad de ciudades con más congestión vehicular disminuyeron de 13 ciudades a solo 6 en el año 2021 (TomTom, 2022). Parte del nivel de tráfico pesado tiene que ver con el estado de las carreteras; para ello, el Foro Económico Mundial analizó este indicador en 141 países, siendo el continente africano el que evidenció tener las peores carreteras a nivel mundial ocupando los puestos del 130 al 141 de este ranking; y las mejores carreteras se encuentran en Singapur seguido de Países Bajos, Suiza, Hong Kong y Japón (Foro Económico Mundial, 2019).

A nivel Latinoamérica, según el Informe Global de Competitividad del Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial y el Foro Económico Mundial, es el país de Chile el que presenta la mejor infraestructura vial con una red de 77,764 kilómetros pavimentados de los cuales 2,387 kilómetros son autopistas y todas ellas en buen estado estructural (Fajardo, 2015). Todo lo opuesto ocurre con el país

hermano de Venezuela que ocupa el puesto 129 del ranking mundial del estado de las carreteras con una puntuación de 2.6 de un total de 7 puntos seguido de Paraguay que ocupa el puesto 127, ocupando mejores puestos se encuentran los demás países latinoamericanos como Costa Rica en el puesto 115 (Foro Económico Mundial, 2019).

A nivel nacional, el Perú ocupa el puesto 111 del ranking mundial del estado de carreteras (Foro Económico Mundial, 2019). Esto se debe a que, si bien se han construido más de 15, 000 Km de pavimento asfáltico (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), sin embargo, cuentan con un diseño estructural que no soporta las condiciones climáticas tan variadas en el territorio nacional como la temporada de lluvias, provocando daños a la infraestructura como grietas, fisuras entre otros que limitan un normal desplazamiento.

A nivel regional, Puno cuenta con 1,329 kilómetros de vías terrestres de las cuales el MTC ha pavimentado 377.5 kilómetros de carretera en la región Puno de un total de 1,106 kilómetros de vías que se programaron intervenir hasta el año 2023 a través del programa Proregión ejecutado por Provías con una inversión de S/682 millones de soles (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2022). Sin embargo, por las condiciones climáticas que experimenta la región en cuanto a las bajas temperaturas, los daños en la infraestructura de los pavimentos asfálticos son considerables y afectan tanto al libre tránsito vehicular como al intercambio de comercio de los pobladores de la región Puno.

A nivel local, la ciudad de Juliaca no es ajena al panorama de la región, ante esta realidad se busca indagar en el empleo de materiales reutilizables para la carpeta asfáltica como es el caucho industrial que otorguen mayor resistencia a las bajas temperaturas al pavimento flexible mejorando de esta manera su calidad y eficiencia para elevar su rendimiento ante el alto tránsito vehicular. Además, se debe considerar como criterio de construcción metodologías que trasciendan en la utilización de recursos considerados como desechos para un sector industrial, reduciendo el impacto ambiental de los polímeros del caucho industrial (Apaza Robles & Bravo López, 2020).

Ante la realidad observada, se planteó el **problema general**: ¿Cómo influye en el diseño de un pavimento flexible el reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica para mejorar sus propiedades en la ciudad de Juliaca 2022? Del cual se desprendieron los **problemas específicos**: ¿Cómo influye el reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022?, ¿Cómo influye el reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades físicas del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022?, ¿Cuál es el porcentaje óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022?

El presente estudio contó con justificación científica para su realización que se desglosa en **justificación teórica**; con la ejecución de los ensayos que se propusieron en la investigación donde se realizó un nuevo diseño de pavimento flexible que fue modificado con el reforzamiento de diversas dosificaciones de caucho industrial reciclado, para la carpeta asfáltica; que permitió determinar la influencia de este reforzamiento sobre las propiedades tanto mecánicas como físicas del pavimento flexible. Se tiene **justificación metodológica** porque se basa en la estructura del método científico donde se tuvo que experimentar para probar la hipótesis, en este caso, se aplicaron ensayos de laboratorio para medir las propiedades mecánicas y físicas establecidas, dándole un enfoque cuantitativo al estudio y con los resultados se validó la hipótesis propuesta por el investigador; demostrando el grado de influencia del reforzamiento con caucho industrial reciclado en distintas dosis en el diseño del pavimento flexible, que servirá de referencia para futuras investigaciones que quieran profundizar más en este campo de la construcción de rutas en territorio peruano. **Justificación técnica**; existen antecedentes investigativos internacionales de la adición de polímeros en el pavimento asfáltico, pero no se ha profundizado en el estudio del reforzamiento con caucho industrial reutilizado para la carpeta asfáltica del pavimento flexible. Ante ello, la investigación realizada buscó mejorar el comportamiento de las propiedades tanto mecánicas como físicas de este tipo de pavimento y evaluar la posibilidad de utilizarlo en las vías de la ciudad de Juliaca empleando un material de reforzamiento que se tiene en abundancia como desperdicio del sector industrial que existe en la localidad como es el caucho. Además, se tiene la **justificación social** porque se

buscó el beneficio de los pobladores de la ciudad de Juliaca, cuyas obras viales no les dan el confort tanto en su desplazamiento vehicular propio como privado, generando embotellamientos y daños a su propiedad. Como **justificación económica**, al utilizar el caucho industrial reciclado para reforzar la carpeta asfáltica es posible reducir los costos de construcción de vías; generando un ahorro considerable al no tener que pagar por un material que se recupera de los botaderos. Finalmente, se tiene **la justificación ambiental** porque se pretendió aportar con la reutilización de materiales destinados al botadero por parte del sector industrial y así reducir el impacto ambiental por acumulación de desechos que bien se pueden volver a usar, pero en otro rubro como es la construcción de vías con pavimento flexible.

Como **objetivo general** de la investigación se buscó: Determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre el diseño del pavimento flexible para mejorar sus propiedades en la ciudad de Juliaca 2022.

Considerando los siguientes **objetivos específicos**: Determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022. Determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022. Determinar el porcentaje óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022.

Para ello, se formula la **hipótesis general**: El reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades del diseño del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022. Luego como **hipótesis específicas** serán: El reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades mecánicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022. El reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022. El porcentaje óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el capítulo II para desarrollar el siguiente trabajo de investigación, se revisaron diversos estudios realizados en años previos al presente, para mencionar los antecedentes investigativos con alcance internacional, nacional y local; así como las bases teóricas que sustentan el estudio.

En este marco, en el **ámbito internacional**, se consideró la investigación de Montaña (2021), cuyo objetivo fue “evaluar la viabilidad técnico-económica al incluir granos de caucho reciclado en pavimentos de asfalto para mejorar las vías terciarias del municipio de Pesca, Boyacá” (p. 26). El estudio fue tipo descriptivo, exploratorio con diseño cuasiexperimental. Se determinó que los gránulos de caucho optimizan las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto, brindando resistencia ante fenómenos como ahuellamiento y fatiga, además de incrementar la resistencia al envejecimiento, agrietamiento ante temperaturas bajas y oxidación del ligante, así, la mezcla de asfalto modificado se identifica por su flexibilidad (mayor plasticidad), siendo menos susceptible ante cambios bruscos de temperatura.

Ordoñez (2021) realizó una tesis que tuvo como objetivo “diseñar una mezcla asfáltica con llanta reciclada” (p. 3). La investigación fue tipo descriptiva, exploratoria, con diseño experimental y enfoque cuantitativo, y se reemplazó 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de agregado grueso por llantas usadas. Se evidenció que la sustitución del 1.5% permitió obtener una fluencia de 13 mm, estabilidad a 2211 lbs y un V.F.A. al 75%, siendo los requisitos de diseño para la mezcla asfáltica una estabilidad de 2200 lbs, VFA entre 65% a 75% y una fluencia entre 8 a 14 mm. Por lo tanto, se concluyó que la sustitución de agregado grueso no brinda características relevantes al diseño asfáltico; sin embargo, este material contribuye en la resistencia mecánica, además de ser una opción viable para el enfoque sostenible.

Por su parte, Hernández y Lozano (2020) sustentaron una tesis que tuvo como propósito “analizar de forma sistemática la bibliografía referida a viabilidad técnica de un diseño de mezcla de asfalto modificado con fibra de llanta reutilizada acorde a la normativa actual” (p. 60). El estudio fue tipo descriptivo con enfoque cuantitativo. Se encontró que la fibra de llanta es utilizada para incrementar las

propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto, tanto por vía húmeda como seca. Además, se observó que algunos estudios enfocados en el método de sustitución por vía seca no brindaron resultados positivos respecto a la adherencia y resistencia de la mezcla de asfalto, siendo el método por vía húmeda el que demostró mejores niveles de resistencia, fundamentalmente en cuanto ahuellamiento y fatiga. Por lo tanto, se concluyó que las fibras de llanta optimizan las propiedades mecánicas del diseño asfáltico, incrementando su elasticidad y resistencia a altas temperaturas, además de reducir la susceptibilidad térmica, aspectos que brindan mayor resistencia ante el ahuellamiento y la fatiga; aunado a ello, el uso de fibras de caucho reciclado permite reducir el impacto negativo que origina este material en el medio ambiente.

En el ámbito nacional, se revisó la tesis de Condezo y Jiménez (2021), orientada a “determinar el impacto del caucho reutilizado en el diseño de pavimento flexible en la Avenida El Sol, Chorrillos 2021” (p. 3). El estudio fue tipo aplicativo, con diseño experimental y enfoque cuantitativo, para ello se consideró una muestra de 12 briquetas, así como muestras de suelo, en las que se aumentó porcentajes de 2% y 4.5% de caucho reciclado, para luego realizar ensayos Marshall y obtener un diseño óptimo de mezcla de asfalto. Para la mezcla con 2% de caucho añadido se obtuvo una estabilidad de 1041.3 kg/cm²; mientras que, en los diseños con adición de 4.5% se obtuvo una estabilidad de 896.3 kg/cm²; estos resultados no fueron positivos, ya que en diseños convencionales la estabilidad es de 1202.6 kg/cm². Concluyendo que el 2% de caucho reciclado añadido a la mezcla fue el porcentaje más óptimo; sin embargo, la incorporación de este material no afecta significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica, deformación del diseño estructural y durabilidad del pavimento.

Boza (2020) en su investigación planteó como objetivo “determinar en qué medida el caucho reutilizado favorece el diseño de pavimento flexible en el Asentamiento Humano Villa Leticia Lurigancho 2020” (p. 4). La tesis fue tipo aplicada, método deductivo con diseño experimental, con una muestra de análisis de 30 probetas de mezcla en caliente de asfalto (140° C y 170° C), en 15 se constituyeron de 4.5%, 5%, 5.5%, 6.5% y 7% de asfalto; mientras que, en otras 15 probetas se adicionó caucho reciclado en porcentajes de 3%, 3.5%, 4.5%, 5.5% y 7%. Respecto a las

propiedades físicas, se evidenció que el caucho incide de forma positiva en el diseño del pavimento flexible, mejorando tanto flujo como estabilidad en 23% y 36%, respectivamente, además de reducir el VMA y VFA en 14% y 12%, respectivamente, siendo la dosificación de caucho al 5.5% el porcentaje que influye mejor en las propiedades físicas de la mezcla. Concluyendo que el caucho reciclado incide, positivamente, en las propiedades físicas del diseño de pavimento flexible, teniendo un valor de 5.5% como porcentaje óptimo añadido.

Reyes (2020), en su tesis orientada a “determinar el aporte del diseño de pavimento flexible al añadir caucho para aumentar su resistencia en la playa de estacionamiento de la UCV Piura 2020” (p. 3). La investigación fue tipo aplicada con diseño experimental, para ello, se constituyó una muestra dada por la playa de estacionamiento de la UCV de Piura. Se elaboraron mezclas con 5.64% de cemento asfáltico, el cual fue sustituido en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% de caucho en polvo. Se encontró que los gránulos de caucho inciden sobre las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto, siendo un material que mejora las propiedades mecánicas de esta; además, se determinó que la adición del 0.5% de caucho resulta ser la más óptima para incrementar la estabilidad Marshall. Por lo tanto, se concluyó que el caucho reciclado influye, positiva y significativamente, en la impermeabilización del pavimento, además de mejorar la resistencia a deformación.

Además, se consideró la tesis de Fernández y Riveros (2020), enfocada en “determinar cómo la mezcla asfáltica con adición de caucho en polvo mejora al pavimento flexible, Av. Naciones Unidas, Huarochirí, 2020” (p. 4). Este estudio fue tipo aplicada, enfoque cuantitativo con diseño experimental. Se evidenció que la adición de 4.5% caucho, en sustitución de cemento asfáltico, mejora el flujo y la resistencia a la deformación, a diferencia de la mezcla convencional; sin embargo, respecto a la estabilidad, la variación es mínima. Llegando a concluir que, al añadir polvo de caucho en reemplazo de cemento asfáltico, se optimiza el comportamiento de la mezcla; no obstante, se debe considerar que este material no se puede adicionar en porcentajes elevados, ya que esto revertiría los efectos positivos, volviendo más flexible de lo esperado.

Corbacho (2019) en su investigación tuvo como propósito “Analizar la estabilidad y deformación permanente a través del ensayo de rueda cargada de Hamburgo para una mezcla de asfalto modificada en caliente al reemplazar finos por fibras de tereftalato de polietileno reutilizado en Cusco 2018” (p. 6). El estudio fue tipo cuantitativo, con un nivel correlacional y diseño experimental. Obteniendo como resultados del ensayo de rueda de Hamburgo para un contenido óptimo de 6.15% de asfalto y de fibras PET de 1.2%, una cantidad de pasadas de 6166 para la mezcla convencional y 7660 para la modificada, con una profundidad de huella de 12.50 mm en ambos casos. Concluyendo que al sustituir de forma parcial el agregado fino de la mezcla de asfalto, no se altera la cantidad óptima de asfalto establecido para la mezcla convencional.

Flores (2018) se planteó “hacer un análisis de las propiedades mecánicas de mezclas de asfalto al añadirle caucho por vía húmeda, Avenida Perú, Callao 2018.” (p. 36). La investigación fue tipo aplicada con diseño experimental. Se pudo obtener para la mezcla convencional, 73.9% para el índice de resistencia retenida y para la modificada con 5% de caucho por vía húmeda, 80.1%; cabe indicar que el mínimo porcentaje de resistencia retenida señalada en el manual de carreteras EG-2013 del MTC es 75%, tal es así que, la mezcla convencional no cumpliría dicho mínimo, sin embargo, la mezcla modificada, sí. Se concluyó que el desempeño al daño inducido por humedad de la mezcla modificada con 5% de gránulos de caucho, vía húmeda, fue mejor.

Aliaga (2017) en su tesis se orientó a “analizar el uso de caucho reutilizado a fin de mejorar las propiedades de la capa asfáltica en el pavimento de la Avenida Bertello Santa Rosa, Lima 2017” (p. 43). El estudio fue tipo aplicada-explicativa, enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental, con una muestra constituida por 100 metros de la vía asfaltada de la Av. Bertello. Se encontró que el caucho molido mejora las propiedades físicas de las mezclas de asfalto, reduciendo la fatiga, además incrementa la resistencia mecánica, por lo que aporta durabilidad y seguridad vial; no obstante, cabe destacar que esta adición reduce el flujo y estabilidad. Por lo tanto, se concluyó que la implementación del caucho optimiza en un 20%, las propiedades mecánicas y físicas de la capa asfáltica, así también, la resistencia a la deformación.

Finalmente, en el **ámbito local**, se consideró la investigación de Carrizales (2015), que tuvo propósito “analizar la mezcla de asfalto modificado con caucho reciclado para uso en pavimentos flexibles” (p. 22), a fin de brindar una alternativa de solución ante la cuestión asfáltica, tales como la deformación permanente, envejecimiento y fisuramientos. El estudio fue tipo descriptivo-aplicativo y método deductivo, y se utilizaron 15 probetas de diseño asfáltico convencional y 15 del modificado como muestra de estudio. Se observó que, al añadir caucho reciclado se incrementa la estabilidad del diseño asfáltico, así como la estabilidad retenida y el índice de compactabilidad, pero no de la fluencia y porcentaje de vacíos, a diferencia de la mezcla convencional. Se concluyó que usar caucho reciclado en mezclas de asfalto calientes no aporta mejoras significativas respecto a las características mecánicas y físicas del pavimento flexible.

Respecto a las **bases teóricas**, como primera variable, se tiene la adición de caucho industrial en el diseño asfáltico. Respecto al caucho para asfalto, Bobadilla et al. (2022) lo conceptualizan como un ligante hidrocarbonado producido por una reacción fisicoquímica entre un cemento asfáltico especial y gránulos de caucho regenerado (GCR). Este material se obtiene a partir de llantas en desuso (recicladas), en cantidades que van del 15% al 20% para tener un amplio rango de flexibilidad térmica, alta resistencia a la deformación plástica, bajo envejecimiento y baja susceptibilidad.

Cabe resaltar que añadir granos de caucho reciclado a los pavimentos brinda beneficios físico-mecánicos; al respecto, es preciso señalar que existen dos vías por las cuales se aplica (vía húmeda y seca). En este sentido, las características que adquiere una superficie pavimentada varían dependiendo de cómo se agregue a la superficie pavimentada. (Higuera et al., 2019)



Figura 1. Modificación asfáltica por vía húmeda
Fuente: Bisso (2015).

La primera variable integra dos dimensiones, una de ellas es el diseño de mezcla, que según Wang et al. (2019) se constituye por dos materiales elementales: agregados pétreos y un ligante de hidrocarburo. De acuerdo con Ortiz et al. (2019), estas mezclas son fabricadas tanto en plantas móviles como fijas, luego son transportadas al campo para extenderlas y compactarlas. Cabe precisar que las propiedades de la mezcla dependen, fundamentalmente, de las circunstancias externas, tal como la temperatura, aplicación de carga, entre otros.

Mientras que, como segunda dimensión se tiene la dosificación, conceptualizada como el acto y efecto de establecer una dosis adecuada de materiales usados para constituir una mezcla asfáltica, a fin de obtener un material con las propiedades mecánicas y físicas efectivas. (Ortiz et al., 2019)

Como segunda variable, se encuentra el pavimento flexible, también denominado pavimento asfáltico, compuesto por una capa asfáltica encontrada en la superficie de rodamiento, que además soporta mínimas deformaciones en las capas inferiores (base, sub base y subrasante), sin provocar daños en la estructura, de acuerdo a la Figura 2 (Giordani & Leone, 2017). Cabe destacar que, a diferencia del pavimento rígido, el pavimento flexible tiene 10 a 15 años de vida útil, además resulta ser más económico. (Paucar, 2019)

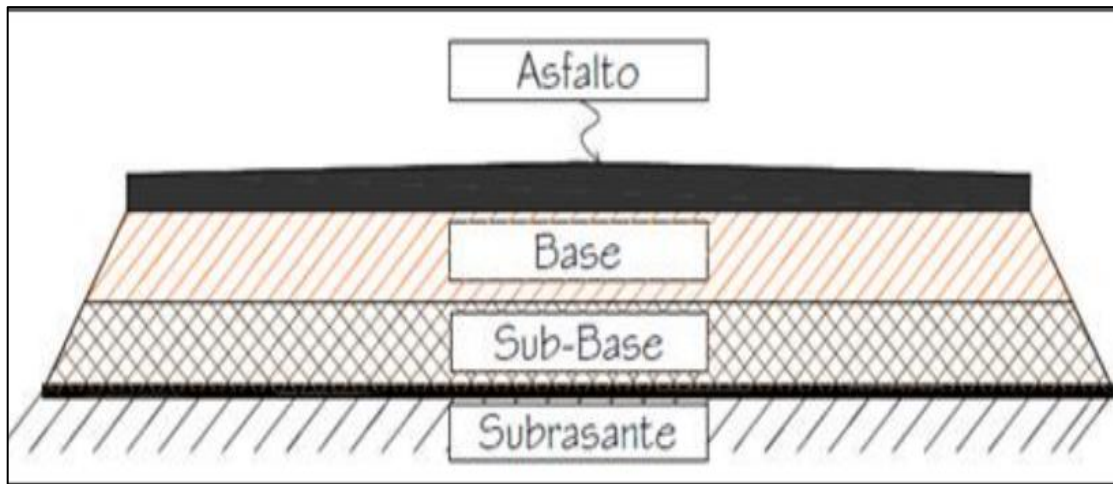


Figura 2. Estructura del pavimento flexible
Fuente: Armijos, citado por Paucar (2019).

Blaauw et al. (2022) definen el pavimento como la agrupación de diversas capas de materiales, uno sobre otro, que tienen como función esencial disipar las cargas generadas por el tránsito vehicular. Para su óptimo funcionamiento, según Karballaezadeh et al. (2020), el pavimento debe cuidar las siguientes condiciones: ancho, trazos verticales y horizontales, rugosidad adecuada, resistencia óptima para soportar las cargas y evitar las fallas y grietas, resistencia a las condiciones climáticas y a los esfuerzos ocasionados debido al tráfico vehicular, óptima visibilidad, entre otros.

Como dimensiones de la segunda variable (pavimento flexible), se consideraron las propiedades mecánicas del pavimento, tales como estabilidad, flujo, rueda cargada de Hamburgo y resistencia de mezcla de asfalto al daño inducido por humedad.

Estabilidad corresponde a una propiedad de la mezcla de asfalto que brinda resistencia al pavimento para soportar las cargas a las que se ve expuesto, sin que estas provoquen deformaciones o desplazamientos; cabe resaltar que, si no se presentan óptimos niveles de estabilidad en la mezcla, el pavimento reflejará problemas como huellas u ondulaciones. (Ortiz et al., 2019)

La prueba de estabilidad, según Liu et al. (2018), solo puede realizarse después de que el pavimento haya sido sometido a pruebas de campo debido a que los diseños iniciales proyectan la resistencia y durabilidad que debe poseer la estructura; esta predicción se confirma o rechaza cuando la resistencia se pone realmente en uso

en el campo. De acuerdo con Wang et al. (2020), la prueba de estabilidad debe ser precisa; si la estabilidad es demasiado alta, el pavimento no podrá recibir el tráfico previsto.

Asadi y Ashtiani (2018) señalan que un pavimento es estable cuando este mantiene su suavidad y forma ante diversidad de cargas; mientras que, unos pavimentos con bajos niveles de estabilidad presentan ondulaciones y grietas. Es preciso señalar que, de acuerdo con Mensahn et al. (2020), la estabilidad de una mezcla asfáltica obedece, básicamente, a la fricción existente entre las partículas, por lo que esta propiedad se relaciona directamente con las particularidades del agregado (textura superficial, forma y cohesión interna).

Según Hanumantharao et al. (2019), debe establecer una estabilidad adecuada al pavimento, a fin de que este no presente problemas al recibir el tránsito proyectado previo a su construcción, por lo tanto, los datos deben ser exactos, ya que una alta estabilidad en la mezcla asfáltica conlleva a que este tenga menor durabilidad y mayor rigidez.

Respecto a la durabilidad, Buritatum et al. (2021), señala que es la medida que hace referencia a qué tanto puede retener sus propiedades originales el asfalto, al exponerse a procesos normales de envejecimiento y degradación. Según Yang et al. (2022), esta propiedad se evalúa, generalmente, mediante el comportamiento del pavimento, por lo que resulta complejo de definir únicamente en términos de propiedades asfálticas.

Al respecto, Wang et al. (2019) afirman que esto se debe a que la composición de la mezcla afecta el comportamiento del pavimento, así como las particularidades del agregado, entre otros factores, que inciden en su durabilidad.

Entonces, de acuerdo con Qiao et al. (2020), un pavimento posee durabilidad si tiene una base para evitar la separación de los componentes que forman la estructura, de factores externos, como el clima o el tráfico de vehículos.

Li et al. (2021) y Flores et al. (2022) manifiestan que existen algunas técnicas comunes que se pueden utilizar para mejorar la durabilidad de un pavimento. El

primero es aumentar la cantidad de asfalto agregado a la mezcla. El segundo es diseñar y compactar la mezcla para sellar el pavimento, lo que aumentará su durabilidad. El tercer método involucra el uso de un grado más denso de agregados absorbentes separables ya que los agregados que forman el pavimento son quebradizos.

El flujo, según Mohan et al. (2021) y Paplauskas et al. (2019), es un indicador mediante el cual se puede establecer el desplazamiento de una mezcla asfáltica ante una proyección de carga constante, es decir, el nivel de fricción del pavimento.

La deformación permanente de la capa de rodamiento se origina por la resistencia baja al corte de la mezcla asfáltica, para soportar las cargas repetidas que se aplican por los vehículos, y es manifestada como una depresión longitudinal con un levantamiento ligero latera en el pavimento. (Guha & Assaf, 2020)

Asimismo, Saberian et al. (2018) destacan que la deformación puede evaluarse mediante pruebas que permiten simular el paso vehicular que se espera en el campo, tal como la rueda de Hamburgo.

Cruz et al. (2021) señalan que la rueda de carga de Hamburgo es una prueba utilizada para evaluar qué tan susceptible es una mezcla de asfalto a la deformación permanente o daño por humedad.

Por su parte, Jiménez (2021) manifiesta que la rueda de Hamburgo es un equipo de laboratorio que se utiliza en el pavimento para evaluar la susceptibilidad a la permanente deformación, así como el daño por humedad. Chen et al. (2021) destacan que esta prueba representa un indicador para medir la susceptibilidad de la mezcla en caliente a fallas prematuras, producto de rigidez inadecuada, débil estructura granular, falta de adherencia ente el asfalto y el agregado, y el daño por humedad.

Para ello, se emplea un equipo que integra dos ruedas de acero según la Figura 3, las cuales, según Rojas et al. (2021), se mueven axialmente sobre un espécimen extraído de campo o fabricado en un laboratorio. Al respecto, Torres et al. (2016) manifiestan que este equipo fue desarrollado en Alemania, en 1970, pero se

introdujo apenas en la década de los noventa al mercado estadounidense, a fin de identificar las mezclas propensas a la deformación permanente del pavimento.



Figura 3. *Equipo de la rueda de carga de Hamburgo*
Fuente: Flores et al. (2018).

Se debe considerar la temperatura como un factor determinante en la prueba de rueda de carga de Hamburgo, ya que influye de forma significativa en la deformación de la mezcla asfáltica. (Flores et al., 2018). De acuerdo con Giwa et al. (2021), esta prueba emplea un espécimen fabricado en laboratorio o tomado de campo, el cual se sumerge en agua, a 50°C, y se evalúa la deformación ante cargas repetitivas.

La Figura 4, detalla los resultados de una prueba de rueda cargada de Hamburgo, en que la consolidación, punto de inflexión, pendiente de creep, post compactación y pendiente de desgranamiento son los parámetros que se obtienen a partir de la aplicación de esta prueba. (Flores et al., 2018)

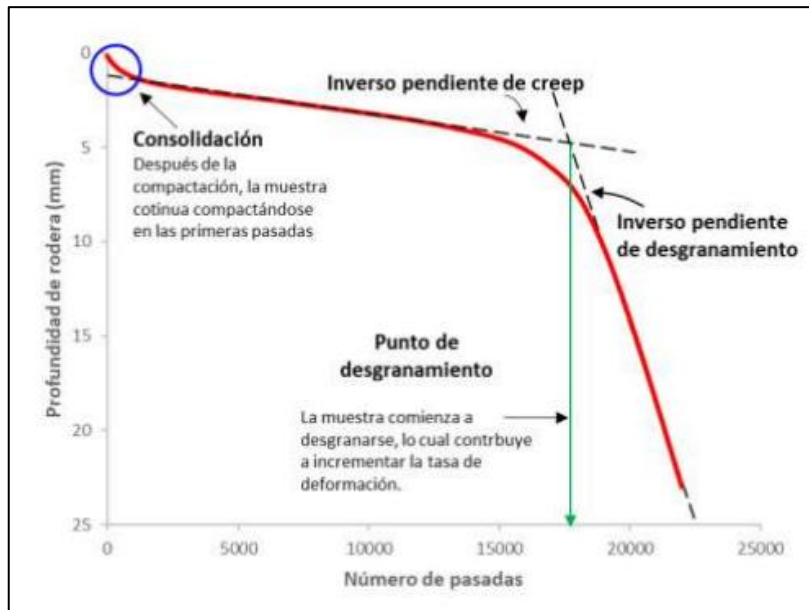


Figura 4. Resultados de la prueba de rueda de carga de Hamburgo
Fuente: Flores et al. (2018).

Como último indicador de las propiedades mecánicas del pavimento flexible, se tiene la resistencia al daño por humedad, referida al debilitamiento de la mezcla de asfalto provocado por el agua, incidiendo en su resistencia, y que conlleva a la separación de la capa superficial del asfalto del agregado, además de originar grietas en el pavimento. (Baldi & Elizondo, 2022)

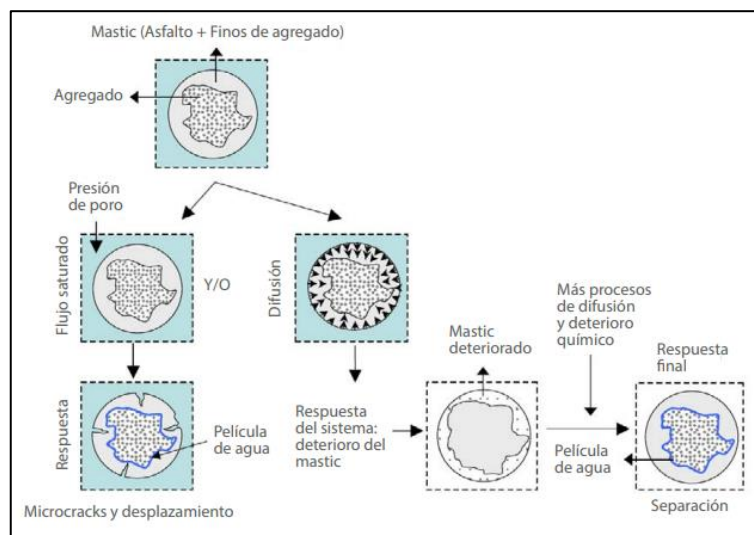


Figura 5. Progresión del daño por humedad en el mástico asfáltico
Fuente: Caro et al., citado por Baldi y Elizondo (2022).

Por su parte, Vargas et al. (2017) señalan que el daño por humedad se ha convertido en un problema asfáltico generalizado, y que provoca la aparición de fallas prematuras en el pavimento, el cual se debe a la difusión de humedad en el

mastic asfáltico (Figura 5), así como a la adherencia del ligante de asfalto y el agregado, provocando un debilitamiento de la estructura del pavimento, y conllevando a que este demuestre mayor susceptibilidad ante cargas repetitivas.

Hosseini et al. (2022) y Abril et al. (2022) destacan que, a fin de obtener la resistencia de la mezcla de asfalto al daño por humedad, se debe considerar la cantidad de vacíos en el aire, ya que, a menor cantidad de vacíos, menos susceptible será la mezcla a sufrir daños a consecuencia de la humedad, puesto que evitan el ingreso de agua que provoquen el deterioro de la mezcla asfáltica.

Cabe señalar que, según Camacho et al (2017)., generalmente, la manifestación más común de daño por humedad en mezclas de asfalto de pavimentos flexibles se denomina *stripping* o 'pérdida de recubrimiento'; mientras que, la segunda forma más común es el *ravelling*, que hace referencia al desprendimiento progresivo de los agregados de la capa superficial de la mezcla de asfalto, a consecuencia de la fricción de las llantas (Caro & Alvarez, 2011).

Asimismo, otra dimensión de la segunda variable son las propiedades físicas de la mezcla de asfalto, teniendo de indicadores al peso unitario de mezcla de asfalto compactada, peso específico máximo teórico y porcentaje de vacíos.

Según Disfani et al. (2020), el peso unitario de una mezcla asfáltica permite obtener la densidad de la mezcla compactada, siendo esta propiedad una característica esencial, ya que se requiere de una alta densidad de mezcla para garantizar el rendimiento y duración de la estructura asfáltica.

Pramukh et al. (2020) y Esmaili (2019) manifiestan que la densidad de una mezcla asfáltica compacta, también denominada gravedad específica, hace referencia a su peso unitario, expresado en kg/m^3 , y su importancia se concentra en otorgar durabilidad a la capa de rodadura compactada. Cabe resaltar que para mezclas asfálticas que son desarrolladas en laboratorio, la densidad compactada suele ser mayor que aquellas obtenidas en campo, ya que se utilizan métodos diferentes de compactación.

Como segundo indicador de las propiedades físicas, se tiene el peso específico máximo teórico. Respecto al peso específico, Zarei et al. (2020) este se define como proporción existente entre el peso-volumen de una unidad de sustancia, valor que se compara con la proporción peso-volumen de una unidad equivalente al agua.

Entonces, según Gardete et al. (2022), se entiende el peso específico como la relación existente entre el peso del elemento en el aire y el volumen, considerando, también, los vacíos permeables. Considerando lo anterior, se emplea la siguiente fórmula para determinar el peso específico:

$$G_b = \frac{W_a}{W_{ss} - W_w}$$

En que:

W_a : masa de la briqueta en el aire

W_{ss} : masa de la briqueta saturada y seca en la superficie

W_w : masa de la briqueta en el agua

Por último, se considera el porcentaje de vacíos (V_a), siendo este un criterio esencial en el diseño asfáltico, ya que permite evaluar la compactación lograda en pavimentos asfálticos. Respecto a su definición, se entiende como porcentaje de vacíos, al aire que yace atrapado entre las partículas de agregados que conforman el asfalto, luego del proceso de compactación de la mezcla. (Senior Arrieta & Graciano , 2021)

Zhao et al. (2022) señalan que, en la mezcla asfáltica, se hace referencia a espacios de aire (vacíos) ubicados entre las partículas de los agregados. Para calcular, eficientemente, este porcentaje, se emplea la siguiente fórmula:

$$V_a = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

En que:

Va : vacíos de aire en porcentaje (considerando el volumen total)

Gmm : gravedad específica máxima de la mezcla de asfalto

Gmb : gravedad específica neta de la mezcla de asfalto compactada

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Aplicada, pues se utiliza información teórica establecida para generar nuevo conocimiento que permita la solución a un problema (Lozada, 2014).

Diseño de investigación

Diseño experimental, porque se requirió modificar intencionalmente una de las variables de estudio para medir su efecto sobre la variable dependiente (Lozada, 2014).

Enfoque de investigación

La investigación es cuantitativa. Este enfoque de investigación se centra en recolectar datos basados en mediciones numéricas (Hernández et al. 2014)

3.2. Variables y Operacionalización

Variables de estudio:

Variable dependiente: Pavimento flexible

Definición conceptual: También denominado pavimento asfáltico, constituido por una capa de asfalto encontrada en la superficie de rodamiento, soportando mínimas deformaciones en las capas inferiores (base, sub base y subrasante), sin provocar daños en la estructura. (Giordani & Leone, 2017)

Dimensiones: Propiedades físicas, mecánicas y porcentaje óptimo de caucho industrial

Indicadores: Para las propiedades mecánicas sus indicadores son estabilidad, flujo, rueda de carga de Hamburgo, resistencia de mezcla de asfalto al daño inducido por humedad.

Para las propiedades físicas sus indicadores son peso unitario de mezcla de asfalto compactada, peso específico máximo teórico y porcentaje de vacíos.

Para el % óptimo de caucho industrial su indicador es el porcentaje de caucho.

Instrumentos: ASTM D6927, AASTHO T324, ASTM D4867, ASTM D1188, ASTM D2041 y ficha de registro.

Variable independiente: Caucho industrial en el diseño asfáltico

Definición conceptual: Este material se obtiene a partir de llantas en desuso (recicladas), en cantidades que van del 15% al 20% para tener un amplio rango de flexibilidad térmica, alta resistencia a la deformación plástica, bajo envejecimiento y baja susceptibilidad. (Bobadilla et al., 2022)

Dimensiones: Diseño de mezcla y dosificación

Indicadores: 1.5% de caucho industrial, 2% de caucho industrial, 2.5% de caucho industrial, 3% de caucho industrial.

Instrumentos: Ficha de recolección de datos

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Definida por el total de briquetas de mezcla asfáltica, producidos con agregados de la ciudad de Juliaca.

Muestra

Las muestras son la cantidad total de briquetas de mezcla asfáltica, los cuales serán evaluados con y sin partículas de caucho industrial. La muestra es censal, es decir se trabajó con el total de la población, tal cual aparece en la Tabla 1.

Tabla 1. *Tamaño de muestra.*

Diseño	% Caucho Industrial	N° de Briquetas
Diseño Patrón	0.00%	8.00
	1.50%	6.00
Diseño patrón más Caucho Industrial	2.00%	8.00
	2.50%	6.00
	3.00%	6.00
	Total	34.00

Fuente: Propia del investigador.

Muestreo

Por las características del estudio que se propone, no requiere la aplicación de alguna técnica de muestreo.

Unidad de análisis

Se tuvo a la capa asfáltica del pavimento flexible y diferentes porcentajes de caucho industrial añadido.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas fueron:

- Observación directa: De los resultados del comportamiento del pavimento flexible en la carpeta asfáltica con los diferentes porcentajes de reforzamiento de caucho industrial principalmente en sus propiedades físicas.
- Revisión documental: Luego, se realizaron los ensayos requeridos a fin de analizar el efecto de estos reforzamientos sobre la carpeta asfáltica en un laboratorio certificado, para finalmente realizar el análisis estadístico.

En cuanto a los instrumentos se emplearon:

- Fichas de recolección de datos: donde el investigador registró tanto los datos que ha observado como los datos que le proporcionaron los resultados de los ensayos.
- Normatividad: para la elaboración de las briquetas el investigador siguió los lineamientos establecidos en la normativa peruana como son la norma MTC EG-2013.

3.5. Procedimiento

Se inició la investigación con la obtención de información a fin de caracterizar a los materiales intervinientes en el diseño de mezcla, como son los agregados que se obtuvieron de la cantera rio Cabanillas y tayataya con los que se estableció un diseño de mezcla patrón, a esta se le añadió granos de caucho industrial en 1.5%, 2%, 2.5% y 3% y se les realizó los ensayos requeridos para que cumplan con la normativa. La cantidad de agua que se requirió proviene del abastecimiento de agua potable de Juliaca; el caucho

industrial se adquirió de los diferentes talleres mecánicos y puntos de reciclaje por la disponibilidad del recurso en la zona donde se realizó el estudio, cabe indicar que este caucho fue procesado antes de incorporarse al diseño de mezcla.

Las briquetas fueron diseñadas acorde a las especificaciones del MTC EG – 2013 para la capa asfáltica del pavimento flexible.

Se realizaron 2 calicatas en los tramos 00+950.00 (C-1) y el otro a 01+270.25 (C-2), para la toma de muestras, las cuales posteriormente fueron llevadas al laboratorio para proceder con los ensayos correspondientes.

A continuación, se muestran todos los procedimientos correspondientes a cada ensayo realizado según la norma aplicada.

Peso Específico Máximo Teórico y Densidad de Mezcla de Asfalto (AASHTO T 209-19)

El aire atrapado en la muestra es retirado aplicando un aumento gradual del vacío hasta marcar $3,7 \pm 0,3$ kPa ($27,5 \pm 2,5$ mmHg) en el manómetro de presión residual. La presión residual se mantuvo durante 15 ± 2 min. El recipiente es agitado vigorosamente a intervalos de unos 2 minutos. Al término del período de vacío, éste se libera aumentando la presión a una velocidad menor a 8 kPa (60 mmHg) para seguir con la determinación de masa.

Determinación de masa en el aire:

Se llena el matraz o cualquiera de los picnómetros con agua y luego se ajusta el contenido a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ($77 \pm 2^\circ\text{F}$). Se obtiene luego, la masa del recipiente y el contenido, dentro de los 10 ± 1 min posteriores a la liberación del vacío. Se designa esta masa como E.

Cabe señalar que, los poros de los agregados de no encontrarse sellados de forma completa por una capa de asfalto, pueden saturarse de agua durante la aplicación del vacío. Por ello se procede a escurrir el agua de la muestra. Para evitar la pérdida de finas partículas, decantando el agua a través de una toalla sujeta sobre la parte superior del recipiente. Rompiendo varios trozos grandes de agregado y examinar las superficies rotas en busca de humedad.

Finalmente, para obtener la gravedad específica, se sustituye la masa seca superficial final determinada.

Prueba de rueda de carga de Hamburgo de mezclas en caliente de asfalto compactadas (AASHTO T 324-17)

Se describe un procedimiento para mezcla asfáltica sumergida y compacta en dispositivos de ruedas rodantes recíprocas. Proporcionando información sobre la tasa de deformación permanente de una carga concentrada en movimiento. Para ello se realizó un modelo de Laboratorio compactador, el cual va a preparar especímenes de losa además de diseñar un compactador giratorio Superpave Gyratory Compactor (SGC).

Para su comprobación se usaron probetas y de manera alterna los núcleos de campo con un diámetro de 150 mm (6 pulgadas), 250mm (10 pulg), o 300 mm (12 pulg.). Este método permite evaluar la susceptibilidad de fallo prematuro de la mezcla de asfalto además mide la profundidad del surco y el potencial de los efectos de los daños por humedad ya que las probetas están sumergidas a una temperatura adecuada en el agua.

Pruebas de rueda de Hamburgo sobre mezclas de asfalto compactadas (AASHTO T 324-19)

Se describen procedimientos para comprobar la adherencia y la susceptibilidad de la humedad de muestras asfálticas en dispositivos de rodadura de Hamburgo. El cual está sumergido y compactado en un dispositivo de ruedas para poder proporcionarnos información permanente de una carga concentrada en movimiento. Su diseño está elaborado para preparar losas además de crear un compactador giratorio Superpave Gyratory Compactor (SGC) para poder compactar las muestras. Alternativamente, los núcleos de campo tienen un diámetro de 150 mm (6 pulg.), 250 mm (10 pulgadas), o 300 mm (12 pulgadas), o especímenes de losa cortados con sierra para ser probados. Con este método vamos a medir su potencial y efectos lo que implicaría materiales, operaciones y equipos sensibles por ello es importante abordar todos los problemas de seguridad.

Gravedad específica y densidad del bituminoso compactado. Mezclas que utilizan muestras recubiertas (D1188 - 07)

El procedimiento es el siguiente: Después de que la muestra haya secado bajo un ventilador hasta lograr una masa constante, se obtiene la masa, designada como masa A, luego en una superficie dura, corte dos 100 x 100 mm (4 x 4 pulg.) y una pieza de Parafilm de 100 x 200 mm (4 x 8 pulg.) rodar con una cuchilla afilada. Despegue el respaldo de uno de los 100 x 100 mm (4 x 4 pulg.) piezas. Sujete los lados opuestos de la película y estírela. Repetir el estiramiento con los otros dos lados hasta que la película haya sido estirada a aproximadamente 150 x 150 mm (6 x 6 pulg.) cuadrado. Tenga cuidado de no crear agujeros en la película. Coloque la película estirada sobre un extremo de la muestra y presione los lados de la película alrededor. Voltee el espécimen y colóquelo sobre la estera de espuma.

Repetir el procedimiento para el otro extremo de la muestra. Después de que ambos extremos hayan sido envueltos (y trabajando en el tapete de espuma) coloque otra pieza de espuma encima del espécimen que es aproximadamente de igual forma y tamaño que la muestra. Emplee otra muestra de igual tamaño para presionar hacia abajo sobre la espuma. Esto eliminará las bolsas de aire de ambas superficies. Utilice un cuchillo afilado para recortar los excesos de película de los lados de la muestra teniendo cuidado de no dañarla. Ahí debe tener 15 mm de película restante como mínimo en el lado de la muestra en cada extremo. A continuación, despegue el respaldo de la pieza restante de película. Sujete la película por los extremos y extiéndala hasta unos 400 mm. (16 pulgadas). Coloque un extremo de la película estirada en el lado del espécimen y gírelo para que la película se estire firmemente sobre la superficie. Doblar y presionar los bordes alrededor y sobre los bordes del espécimen. Determinar la masa del espécimen revestido en el aire, designada como D, luego la masa de la muestra recubierta en baño María a 25°C (77°F), designada como E. Si la temperatura de la muestra es diferente a la del baño de agua a más de 2 °C, esta debe ser sumergida nuevamente entre 10 a 15 min.

Gravedad específica (RICE) y densidad máxima teórica (D2041/D2041M - 19)

Para ello, se toma una muestra asfáltica la cual se seca en horno a 25°C. Al aplicar al vacío gradualmente a 4kPa o menos para luego ser agitado entre 15-6-2 minutos. Al final el vacío se libera gradualmente. Para obtener su volumen se sumerge en un baño de agua pesando y llenando el recipiente de vacío con la muestra hasta el nivel del agua, además de pesar el aire. En ese momento se mide la temperatura y masa. Posteriormente, se obtiene el peso específico o la densidad a 25 °C [77 °F].

Efecto de la humedad (D4867/D4867M – 09)

Se toma dos probetas para sacar el promedio del aire y almacenar el subconjunto que se va a utilizar en seca a T° Ambiente. Este subconjunto se acondiciona a la humedad con agua destilada utilizando una cámara al vacío, llegando al mínimo grado de saturación; el agua puede calentarse hasta 60°C. Se satura de forma parcial, hasta el grado especificado y empleando un vacío parcial tal como 70 kPa durante un pequeño período de tiempo de aproximadamente 5 minutos. El nivel de saturación se determina dividiendo el volumen de agua absorbido entre el volumen de vacíos. Luego, si el volumen de agua está entre el 55 y el 80 % del volumen de aire se puede proseguir, de lo contrario si es inferior a 55% es necesario repetir el procedimiento. Si es superior al 80% significa que la muestra ha sido dañada y se desecha.

Se acondiciona las muestras parcialmente saturadas en agua destilada a 60 - 1.0°C (140- 1.8°F) durante 24h. Se ajusta la temperatura del subconjunto condicionado por la humedad sumergiéndolas en agua durante 1 hora a 25- 1°C (77 -1.8°F). Se mide la altura y determina el volumen, para luego proceder a determinar el hinchamiento de las probetas saturadas, se ajusta temperatura y determina resistencias. Por último, se carga un diametral a 50 mm/min. (2 pulg. /min) hasta obtener la máxima carga, la cual se registra. Se rompe la muestra y se estima visualmente para registrar el grado aproximado de daño por humedad, si lo hay, se procede a inspeccionar las superficies, incluyendo las caras falladas, en busca de indicios de agregados agrietados o rotos, que puedan influir en resultados del ensayo, y anotando las observaciones.

Estabilidad y flujo Marshall (D6927-15)

Este tipo de ensayo mide la resistencia al flujo plástico para probetas cilíndricas de 102 mm (4 pulgadas) de mezcla asfáltica cargada de forma perpendicular al eje cilíndrico por medio del aparato Marshall. Se aplica a mezclas de asfalto densas preparadas con cemento asfáltico (modificado y no modificado). Se ensaya un mínimo de tres muestras, con la misma preparación, es decir temperaturas, enfriamiento y compactación. Las probetas deben ser enfriadas al ambiente luego de la compactación. Durante el enfriamiento deben colocarse en una superficie plana y lisa. La gravedad específica a granel de cada espécimen se determinará mediante los métodos de ensayo D2726, D1188 o D6752. Los pesos específicos a granel de las muestras repetidas para cada contenido de aglutinante deberán coincidir dentro de 60,020 de la media en la práctica. Luego se mide el espesor de la muestra según el método de ensayo D3549. El ensayo deberá completarse a lo largo de las 24 horas posteriores a la compactación. Llevar las probetas preparadas con cemento asfáltico, a la temperatura especificada por inmersión en el baño de agua 30 a 40 min, o colocación en el horno durante 120-130 minutos.

3.6. Método de análisis de datos

Obtenida la información mediante fichas de recolección de datos, se procesó empleando los softwares SPSS v.25 y Microsoft Excel 2016 a fin de poder realizar el análisis estadístico en función de los objetivos específicos.

Para probar la hipótesis se empleó el análisis de varianza de ANOVA, si existe diferencia significativa en los tratamientos se procede a realizar la prueba de Tukey para determinar en cuál de estos tratamientos existe mayor diferencia.

3.7. Aspectos éticos

El investigador que propone realizar el estudio titulado “Diseño del pavimento flexible modificado con caucho industrial en la carpeta asfáltica para mejorar sus propiedades, Ciudad de Juliaca, 2022” realizó el registro de toda la información de referencia según los lineamientos instaurados en la norma ISO 690, en cuanto a los resultados que serán plasmados en este estudio, se siguió el principio de veracidad donde no interviene la intención del investigador para modificar la información, verificando con ello el principio de autenticidad.

IV. RESULTADOS

Ubicación y extensión

Juliaca es una ciudad que se encuentra localizada en la provincia de San Román, departamento de Puno, la denominada “*Ciudad de los vientos*”, a 3824 m.s.n.m. en la meseta del Collao, cabe señalar que esta ciudad se encuentra ubicada en el puesto 45 de las ciudades más altas del mundo.

Coordenadas del distrito de Juliaca:

- Latitud sur: 15°19'27”
- Latitud oeste: 70°07'37”

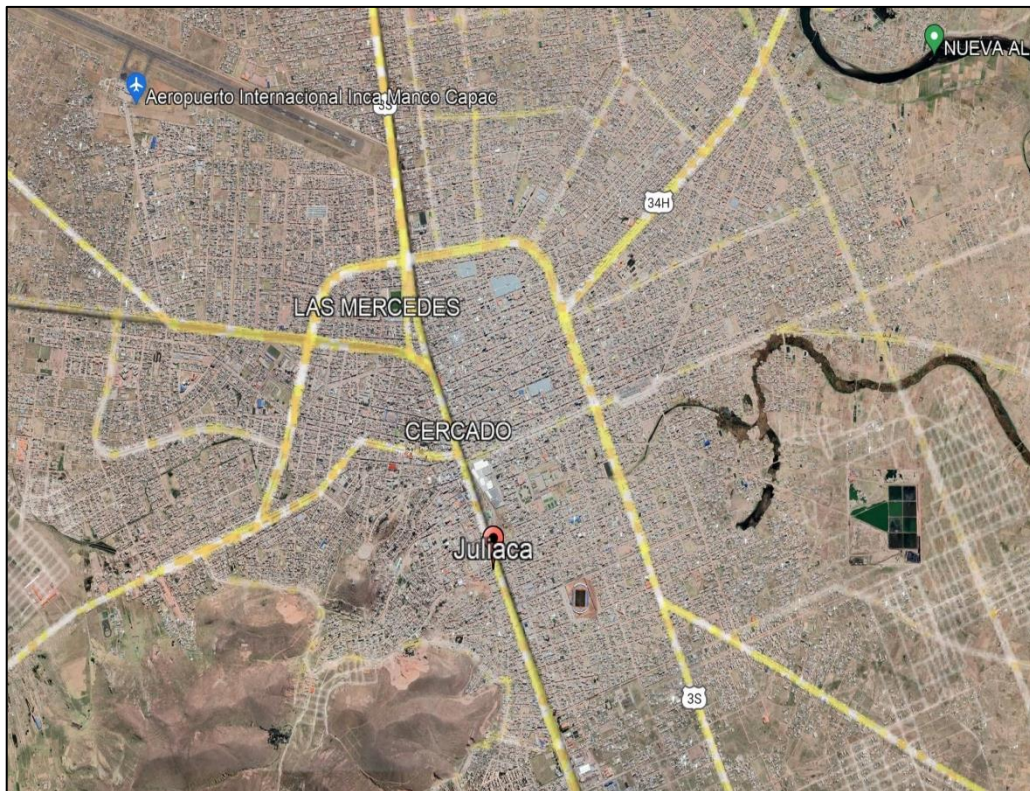


Figura 6. Imagen satelital de la ciudad de Juliaca
Fuente: Google Earth.

Para diseñar la mezcla asfáltica, los agregados se obtuvieron de la cantera rio Cabanillas (agregados) y cantera tayataya (piedra chancada). Se compraron de la planta chancadora JESERVI, se obtuvo la piedra chancada 1/2”, piedra chancada de 3/8”, arena chancada de 1/4” y arena natural.

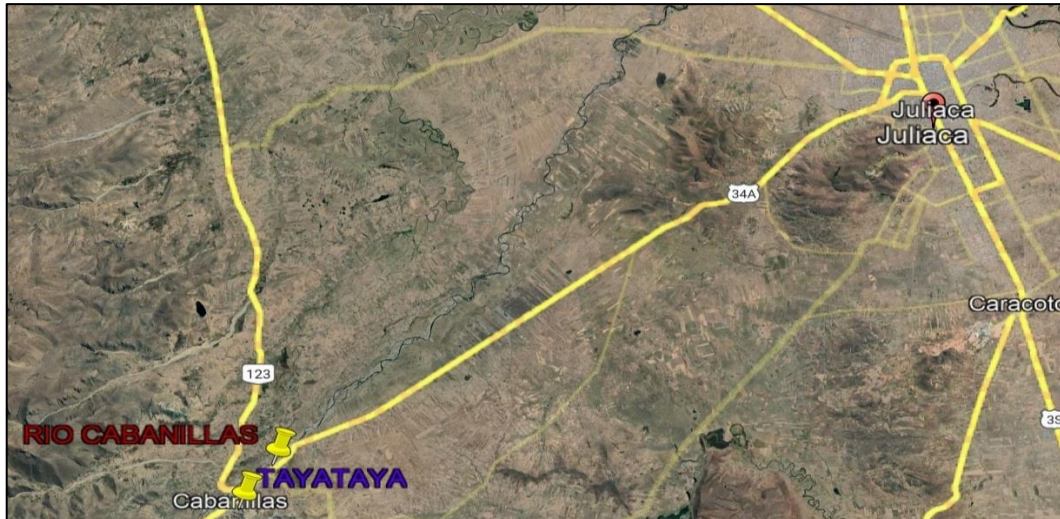


Figura 7. Imagen satelital – ubicación de las canteras.
Fuente: Google Earth.

CONTEO VEHICULAR

Se realizó de forma manual en la Av. Lampa (salida a lampa), durante una semana, desde el lunes 04 hasta el 10 de abril del 2022 durante 24 horas diarias.

En todo este transcurso de tiempo se recopiló la información en las plantillas, lo cual permitió clasificar los vehículos que circulan por esta vía según su tipo.

De acuerdo a la clasificación de la vía, ésta se localiza en carretera de primera clase, según el índice medio diario (IMDA) 2,001.00 y 4,000.00 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m como mínimo de ancho.



Figura 8. Conteo vehicular en el sitio a) Día b) Noche.
Fuente: Propia del investigador.

Tabla 2. Cuadro resumen del conteo vehicular

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Autos	534	511	517	511	532	532	516
Station Wagon	345	330	332	334	341	341	329
Pick up	342	326	334	324	337	324	329
Panel	272	265	261	269	277	261	253
Rural Combi	406	392	393	380	400	400	368
Micros	35	32	39	36	36	36	32
Bus B2	28	24	26	25	27	26	25
Bus B3	0	0	0	0	0	0	0
Camión C2	55	49	50	48	51	56	52
Camión C3	26	19	20	20	24	20	16
Camión C4	18	14	13	14	18	13	13
S. Tráiler T2S1	13	11	9	9	14	9	9
S. Tráiler T2S2	16	17	16	16	17	16	15
S. Tráiler T2S3	12	12	12	12	10	12	12
S. Tráiler T3S1	15	13	15	15	12	15	14
S. Tráiler T3S2	6	6	6	6	5	6	7
S. Tráiler T3S3	4	4	4	4	6	4	4
Tráiler 2T2	0	0	0	0	0	0	0
Tráiler 2T3	0	0	0	0	0	0	0
Tráiler 3T2	0	0	0	0	0	0	0
Tráiler 3T3	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,127	2,025	2,047	2,023	2,107	2,071	1,994

Fuente: Propia del investigador.

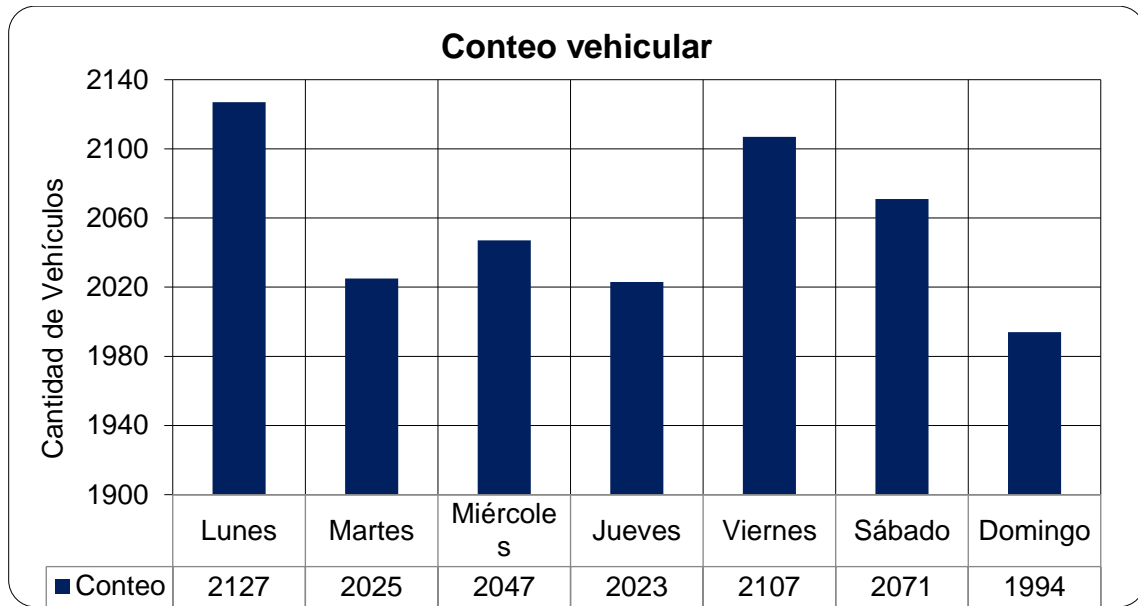


Figura 9. Resultado de conteo de vehículos.
Fuente: Propia del investigador.

El factor de corrección (Fc) medio se obtuvo del peaje caracoto (P08) cuyo factor de corrección estacional para vehículos livianos es de 1.055 y para vehículos pesados tiene un factor de corrección estacional de 1.041 según el MTC.

De la tasa de crecimiento vehicular del peaje de caracoto de marzo del 2022, se logró un crecimiento para vehículos del 2.6 %, luego para el diseño de la tasa de crecimiento de vehículos ligeros (Puno) de 0.92% y para vehículos pesados (Puno) de 3.21 % según el MTC. Finalmente, se realizó el cálculo para un periodo de diseño de 4 años.

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

- T_n : Carga de transito proyectado en años
- T_o : Carga de transito actual
- n : Periodo de diseño
- r : Tasa de crecimiento

Tabla 3. Índice Medio Diario Anual 2022 - 2026

Tipo de vehículo	IMDS	IMDA 2022	IMDA 2026
Autos	522	551	572
Station Wagon	336	354	368
Pick up	331	349	363
Panel	265	280	291
Rural Combi	391	412	428
Micros	35	37	39
Bus B2	26	27	31
Bus B3	0	0	0
Camión C2	52	54	62
Camión C3	21	22	25
Camión C4	15	16	19
S. Tráiler T2S1	11	11	13
S. Tráiler T2S2	16	17	20
S. Tráiler T2S3	12	12	14
S. Tráiler T3S1	14	15	18
S. Tráiler T3S2	6	6	7
S. Tráiler T3S3	4	4	5
Tráiler 2T2	0	0	0
Tráiler 2T3	0	0	0
Tráiler 3T2	0	0	0
Tráiler 3T3	0	0	0
TOTAL	2057	2167	2275

Fuente: Propia del investigador

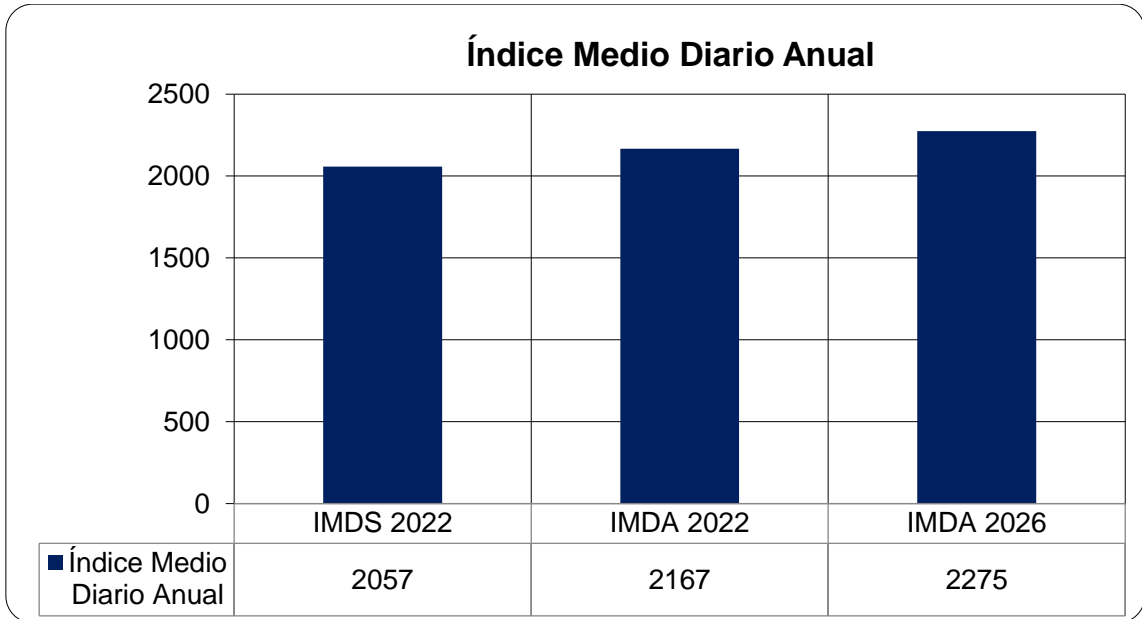


Figura 10. Resumen de IMDA 2022 - 2026.

Fuente: Propia del investigador

Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r : Tasa anual de crecimiento.











n : Periodo de Diseño.

Tabla 4. Índice Medio Diario Anual 2046

Días	Conteo vehicular	IMDS 2022 (veh/día)	IMDA 2022 (veh/día)	IMDA 2026 (veh/día)	IMDA 2046 (veh/día)
Lunes	2127				
Martes	2025				
Miércoles	2047				
Jueves	2023	2057	2167	2275	22795283
Viernes	2107				
Sábado	2071				
Domingo	1994				

Fuente: Propia del investigador

Tabla 5. Dimensiones y Cargas

Tipo de Vehículo (Símbolo)	Diagrama	Longitud (m)	Carga por Eje (Tn)			Peso Bruto Máximo
			Eje delantero	Carga por Eje o Conjunto Posterior		
			E1	E2	E3	
Autos, Camionetas y combis						
Bus (B2)		13.20	7.00	10.00		17.00
Camión (C2)		12.30	7.00	10.00		17.00
Camión (C3)		13.20	7.00	16.00		23.00
Camión (C4)		13.20	7.00	25.00		32.00
S. Tráiler (T2S1)		20.50	7.00	10.00	10.00	27.00
S. Tráiler (T2S2)		20.50	7.00	10.00	16.00	33.00
S. Tráiler (T2S3)		20.50	7.00	10.00	23.00	40.00
S. Tráiler (T3S1)		20.50	7.00	16.00	10.00	33.00
S. Tráiler (T3S2)		20.50	7.00	16.00	16.00	39.00
S. Tráiler (T3S3)		20.50	7.00	16.00	23.00	46.00

Fuente: (MTC, 2013)

Tabla 6. Cálculo de ejes equivalentes

Tipo de Vehículo		IMDA 2026	Carga Vehicular Eje (Tn)	Eje Equivalente (F)	F. IMDA	
VEHICULOS LIGEROS	Autos	572	1	0.000527	0.30	
		572	1	0.000527	0.30	
	STATION	368	1	0.000527	0.19	
		368	1	0.000527	0.19	
	Pick up	363	1	0.000527	0.19	
		363	1	0.000527	0.19	
	PANEL	291	1	0.000527	0.15	
		291	1	0.000527	0.15	
	COMBI	428	1	0.000527	0.23	
		428	1	0.000527	0.23	
	Micros	39	1	0.000527	0.02	
		39	1	0.000527	0.02	
	BUSES	B2	31	7	1.265367	39.23
			31	11	3.238287	100.39
C2		62	7	1.265367	78.45	
		62	11	3.238287	200.77	
CAMIONES	C3	25	7	1.265367	31.63	
		25	18	2.019213	50.48	
	C4	19	7	1.265367	24.04	
		19	23	1.508184	28.66	
TRAILER SEMITRAILES	T2S1	13	7	1.265367	16.45	
		13	11	3.238287	42.10	
		13	11	3.238287	42.10	
	T2S2	20	7	1.265367	25.31	
		20	10	2.211794	44.24	
		20	18	2.019213	40.38	
	T2S3	14	7	1.265367	17.72	

	14	11	3.238287	45.34
	14	25	1.706026	23.88
T3S1	18	7	1.265367	22.78
	18	18	2.019213	36.35
	18	11	3.238287	58.29
T3S2	7	7	1.265367	8.86
	7	18	2.019213	14.13
	7	18	2.019213	14.13
T3S3	5	7	1.265367	6.33
	5	18	2.019213	10.10
	5	25	1.706026	8.53
TOTAL				1032.82

Fuente: Propia del investigador

Dado los resultados al sumar los ejes equivalentes, el factor de crecimiento acumulado y los factores de distribución direccionales por carril, se determinó el esal cuyo valor fue de 5174396.611 o 5.2 E+06 en la avenida lampa de la ciudad de Juliaca del año 2022.

$$ESAL = \Sigma (F.IMDA) * 365 * Fd * Fc * Fca$$

Tabla 7. Cálculo de resultado de Esal

F. IMDA	Días	Fd	Fc	Fca	ESALs
1032.82	365	0.50	1.00	27.45	5174396.61

Fuente: Propia del investigador

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

En el diseño del pavimento flexible se usó la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 11. Ecuación básica para el diseño de la estructura FR de un pavimento flexible.

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 152)

Módulo de resiliencia: $Mr (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$

CBR de diseño: $CBR = 55 \%$

$$Mr (psi) = 2555 \times 55^{0.64}$$

$$Mr (psi) = 33,203.49 \text{ psi}$$

Tabla 8. Diseño de Pavimento Flexible

Ecuación para el diseño estructural del pavimento flexible		
Esal (W 18)	5174396.61	
Suelo natural CBR	55%	
Tipo de trafico	TP08	Tabla 32
Módulo de resiliencia de la subrasante	33206.49	
$Mr(psi) = 255 \times CBR^{0.64}$		
Numero de capas	1	
Desviación estándar combinada (So)	0.45	
Nivel de confiabilidad (R)	90%	Tabla 33
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)	-1.282	Tabla 34
Índice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico (Pi)	4	Tabla 35
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico (Pt)	2.5	Tabla 36
Diferencia de serviciabilidad según rango de tráfico (PSI)	1.5	Tabla 37

Fuente: Propia del investigador

Numero estructural requerido = 2.61

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
 90 % Z_r=-1.282 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 33206.494 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (C_d)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 5174396.61**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 2.61

Calcular Salir

Figura 12. Ecuación AASHTO93
 Fuente: Propia del investigador

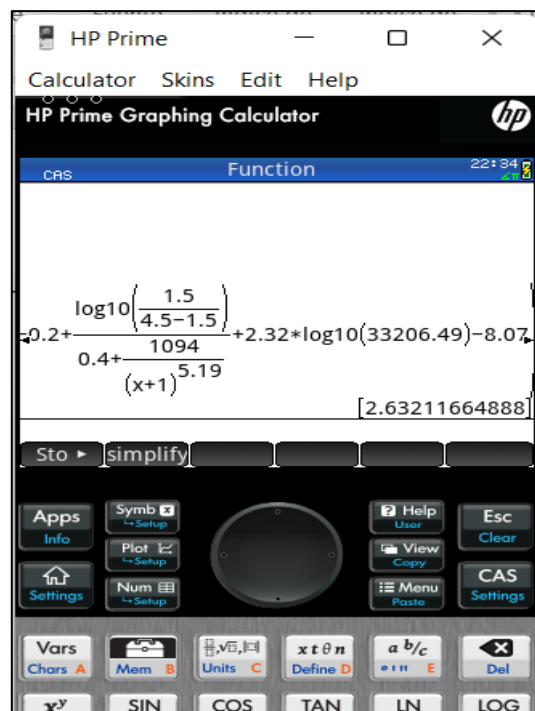


Figura 13. Ecuación en HP Prime
 Fuente: Propia del investigador

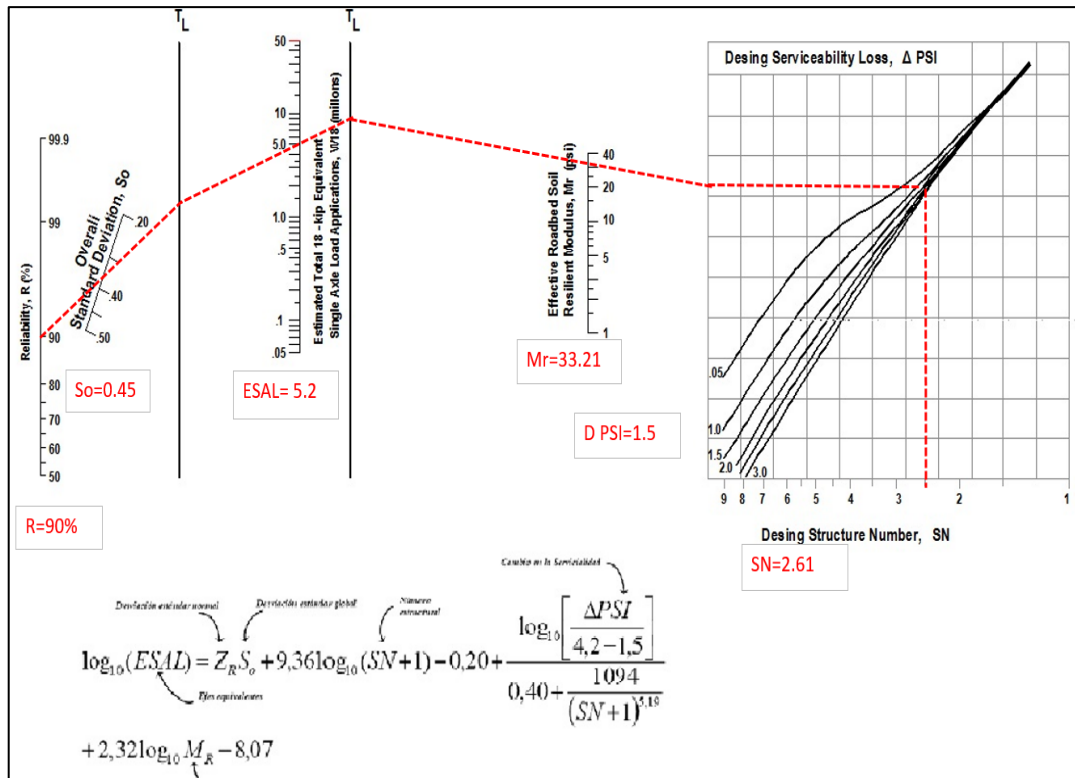


Figura 14. Cálculo del número estructural requerido usando ábaco AASTHO.
Fuente: Propia del investigador

Tabla 9. Coeficiente estructural de las capas del pavimento flexible

Carpeta Asfáltica (a1)	Base (a2)	Sub-base (a3)
Carpeta Asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,00 PSI) a 20 °C (68 oF)	Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Todos los tipos de trafico	Trafico ≤5 000,000 EE	Para Trafico ≤ 15 000, 000 EE
0.170/cm	0.052/cm	0.047/cm
	Coeficiente de drenaje	
	M2	M3
	1.00	1.00
	Cálculo de espesores por capa	
D1	D2	D3
10 cm	20 cm	20 cm

Fuente: Propia del investigador

Cálculo del número Estructural Requerido (SNR)

$$SN = a1xd1 + a2xd2xm2 + a3xd3xm3$$

$$SN = 0.17x10 + 0.052x20x1 + 0.047x20x1$$

SNR (Requerido) = 2.61 (El SNR requerido debe ser > SNR resultado)

SNR (Resultado) = 3.68 Si Cumple

TOMA DE MUESTRAS

Se realizaron 02 calicatas en la Av. Lampa (salida lampa) en los tramos 00+950.00 (C-1) y el otro a 01+270.25 (C-2).

En la primera calicata se extrajo la muestra de tierra de 0.5 m a 1.50 m. (Figura 15)



Figura 15. Excavación calicata C-1 a) Inicio de excavación b) Proceso de excavación
Fuente: Propia del investigador

Para la segunda calicata se obtuvo la muestra de 0.3 m a 1.50 m. (Figura 16)



Figura 16. Excavación calicata C-2 a) Inicio de excavación b) Proceso de excavación
Fuente: Propia del investigador

RESULTADOS DE LABORATORIO

Análisis granulométrico

Se efectuó el análisis granulométrico para la combinación teórica de agregados, cuya composición se presenta en la Tabla 10. Primero se preparó la muestra (cuarteo, lavado, calentado, secado, pesado) para posteriormente continuar con el proceso de tamizaje, a fin de calcular los pesos retenidos por malla. (Figura 17)

Tabla 10. Composición de la mezcla de agregados

Material	%
Piedra Chancada 1/2"	25%
Piedra Chancada 3/8"	15%
Arena Chancada 1/4"	35%
Arena Natural	20%
Filler	5%
Total	100%

Fuente: Laboratorio LH



Figura 17. Análisis granulométrico a) Selección de la muestra b) Proceso de tamizado
Fuente: Propia del investigador

La Tabla 11 a continuación presenta los resultados del análisis.

Tabla 11. Resultados del análisis granulométrico de la mezcla de agregados

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	MAC - 2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	100.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	526.0	13.15	13.15	86.85	80.00	100.00
3/8 in	9.50 mm	442.0	11.05	24.20	75.80	70.00	88.00
No. 4	4.75 mm	592.0	14.80	39.00	61.00	51.00	68.00
No. 10	2.00 mm	753.0	18.83	57.83	42.18	38.00	52.00
No. 20	850 µm	523.0	13.08	70.90	29.10	-	-
No. 40	425 µm	412.0	10.30	81.20	18.80	17.00	28.00
No. 80	180 µm	302.0	7.55	88.75	11.25	8.00	17.00
No. 100	150 µm	122.0	3.05	91.80	8.20	-	-
No. 200	75 µm	92.0	2.30	94.10	5.90	4.00	8.00
< No. 200	< No. 200	236.0	5.90	100.00			

Fuente: Laboratorio LH

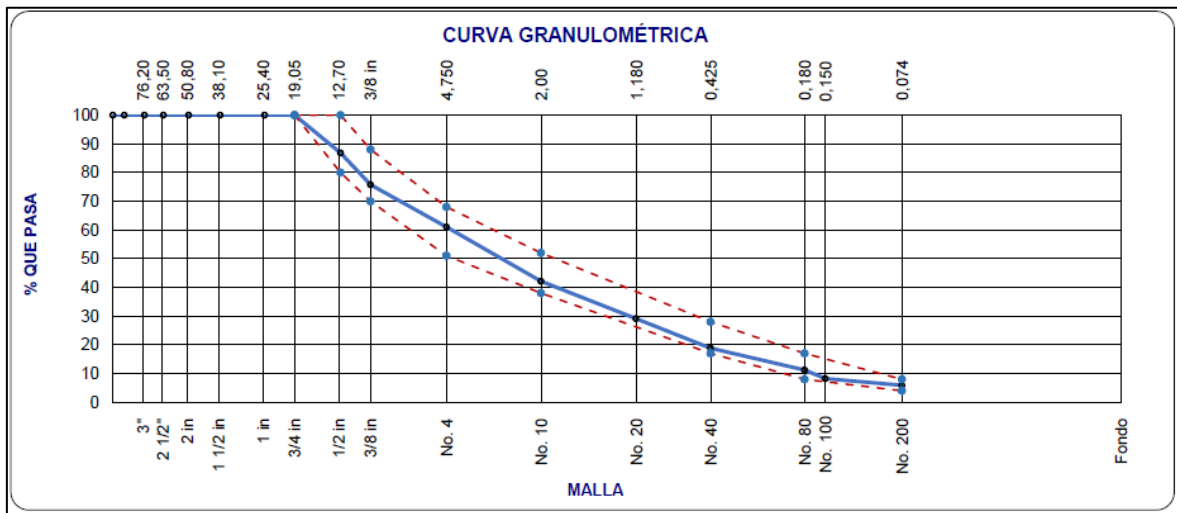


Figura 18. Curva granulométrica de la mezcla de agregados.

Fuente: Laboratorio LH.

Caracterización del caucho industrial

A continuación, la Tabla 12, muestra la composición y características de los neumáticos tanto para autos y camionetas como para camiones y buses.

Tabla 12. *Composición y características entre automóviles y camiones*

Composición, características	Autos, camionetas	Camiones, buses
Caucho natural	14%	27%
Caucho sintético	27%	14%
Negro de humo 28%	14 - 15%	28%
Acero	16 - 17%	14 - 15%
Fibra textil, suavizantes	8.6 kg	16 - 17 kg
Peso promedio	0.06	45.5 kg
Volumen		0.36 kg

Fuente: Rubber Manufacturers Association

Luego, la Tabla 13, presenta las principales características del caucho industrial.

Tabla 13. *Características del caucho industrial*

Características	Requerimiento
1. Gravedad específica	1.15 +/- 0.05%
2. Contenido de metales ferrosos	Máx. 0.01%
3. Contenido de fibra para mezcla caliente	Máx. 0.5%
4. Contenido de fibra para riesgo	Máx. 0.1%
5. Contenido de polvo mineral	Máx. 4%
6. Contenido de otros elementos	Máx. 0.25%

Fuente: (Condezo Campos & Jiménez Lazo, 2021)

Por último, la Tabla 14 señala la descripción técnica del neumático empleado.

Tabla 14. *Descripción técnica del neumático*

Descripción técnica del neumático	
Densidad	0.15 t/m ³
Forma del caucho	Particular de forma irregular
Tamaño del grano	0.30 mm - 0.80 mm
% de textil	0.10%
% de acero	0.10%

Fuente: Propia del investigador

Densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregados gruesos y finos.

Tabla 15. Resultados de la prueba estándar para la mezcla de agregados

Resultados	Piedra Chancada 1/2"	Piedra Chancada 3/8"	Arena Chancada 1/4"	Arena Natural	Filler
Pe Bulk (Base seca)	2.525	2.536	2.456	2.487	
Pe Bulk (Base saturada)	2.575	2.578	2.535	2.549	
Pe Aparente (Base seca)	2.658	2.646	2.667	2.650	
% Absorción = $100 * ((A-D)/D)$	2.0	1.7	3.2	2.5	

Fuente: Laboratorio LH

Los resultados de la Tabla 15, señalan que el componente de la mezcla con un mayor Pe Aparente es la arena chancada 1/4", además es el elemento que cuenta con un % mayor de absorción, cabe resaltar que los datos del Filler son parámetros teóricos ya establecidos por lo que no se evaluó la muestra en laboratorio.

Ensayo de proctor modificado

Se ejecutaron los ensayos de proctor modificado a partir de las muestras conseguidas de ambas calcatas, (Figura 19).



Figura 19. Ensayo de proctor modificado a) Preparación de la muestra b) Procesamiento
Fuente: Propia del investigador

Ensayo de CBR

Del mismo modo, se realizaron los ensayos de CBR (Figura 20).



Figura 20. Ensayo de CBR a) Adición de la muestra b) Procesamiento
Fuente: Propia del investigador

Finalmente, la Tabla 16 presenta los resultados de los ensayos antes mencionados.

Tabla 16. Resultados del ensayo de proctor y CBR

Calicata	Muestra	Método	MDS 95% (g/cm ³)	Contenido de Humedad (%)	CBR MDS 95% (%)
C-1	M-1	C	2.052	7.09	46.4
C-2	M-2	C	1.959	7.53	63.6
				PROMEDIO	55.0

Fuente: Laboratorio LH

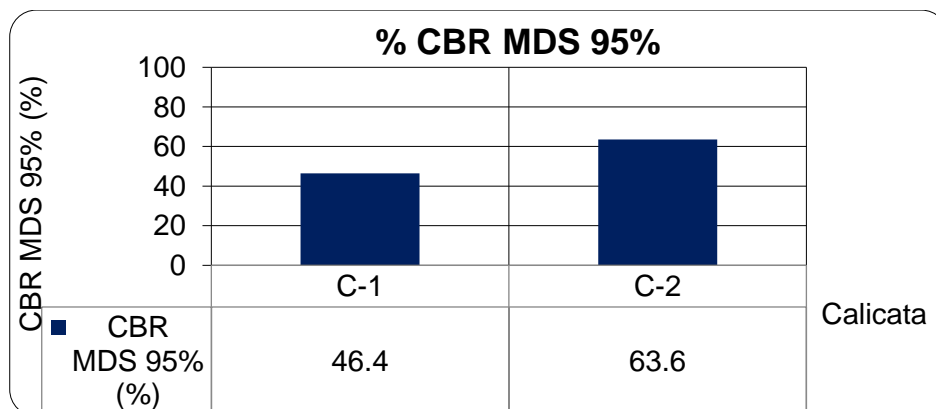


Figura 21. Resultados de los CBR
Fuente: Propia del investigador

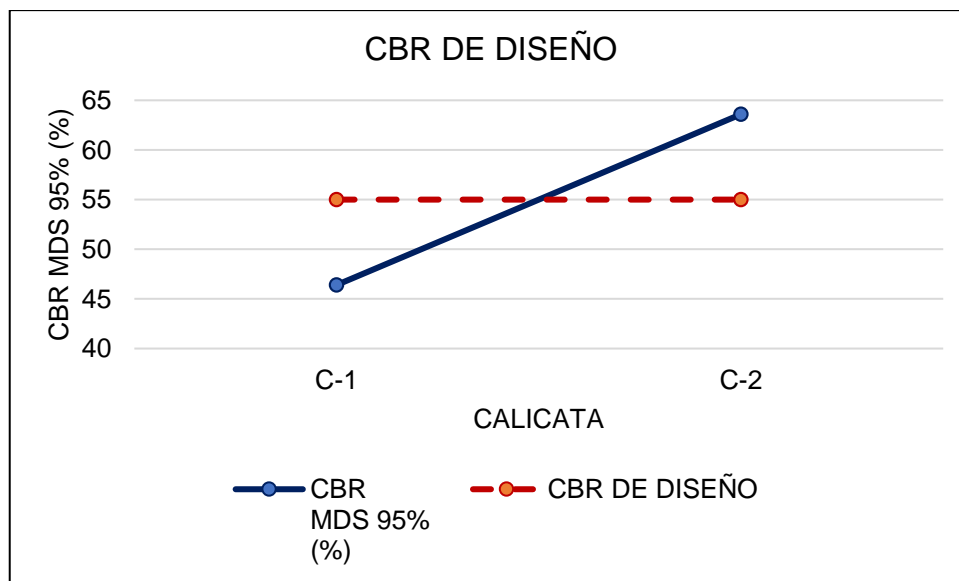


Figura 22. CBR de diseño
Fuente: Propia del investigador

La Figura 21, indica que la calicata 2 tiene un mayor contenido de humedad, así también su CBR MDS al 95% es mayor, respecto a la calicata 1, asimismo la Figura 22 muestra el CBR de diseño.

Luego, siguiendo el método AASHTO, a partir del CBR de diseño promedio de 55, se determina el Mr (psi), calculado previamente.

Tabla 17. Categorías de Subrasante

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

Finalmente, según los datos de la Tabla 17 y los porcentajes obtenidos de CBR, se puede caracterizar a ambas calicatas como Subrasante Extraordinaria.

Método de ILLINOIS – MARSHALL

El cemento asfáltico (C.A.) utilizado es penetración 120-150, cabe indicar que el uso de este ligante es adecuado para zonas localizadas a una altitud mayor a los 3 000 m.s.n.m. con el objetivo de mitigar ciertos efectos de acuerdo a las experiencias previas en la cimentación de carreteras en zonas altas y según las condiciones climáticas preponderantes en Juliaca (gradiente térmico, fuerte radiación ultravioleta y bajas temperaturas).

A continuación, en la Tabla 18 y 19 se mencionan las especificaciones técnicas y propiedades del cemento asfáltico PEN 120-150.

Tabla 18. Especificaciones técnicas del Cemento Asfáltico (C.A.) PEN 120-150.

PROPIEDADES	CARACTERÍSTICAS
Apariencia, color, olor	Sólido a temperatura ambiente, líquido a más de 100°C, libre y homogéneo de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor particular.
Gravedad específica a 15.6/15.6° C	1.01 - 1.03 aprox.
Punto de inflamación, °C:	218 mín.
Punto de autoignición, °C:	485 aprox.
Límites de inflamabilidad, % Vol. en aire:	De 1 a 6 aprox.
Solubilidad en agua:	Insignificante.

Fuente: (Petroperú, 2019)

Tabla 19. Propiedades del Cemento Asfáltico (C.A.) PEN 120-150.

CLASE:	ASFALTO SÓLIDO			
TIPO:	CEMENTO ASFÁLTICO			
NOMBRE:	ASFALTO SÓLIDO 120/150 PEN			
	ESPECIFICACIONES		MÉTODO	
ENSAYOS	MÍN	MÁX	ASTM	AASHTO
PENETRACIÓN a 25° C, 100g, 5s, 0.1 mm	120	150	D-5	T-49
VOLATILIDAD Punto de inflamación cleveland, copa abierta, °C		218	D-92	T-48

Gravedad específica a 15.6/15.6°C	a	Reportar	D-70	T-228
DUCTILIDAD a 25°C. 5 cm/min. Cm		100	D-113	T-51
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa		99	D-2042	T-44
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA				
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas.			D-1754	T-179
Pérdida por calentamiento, %masa		1.3		
Penetración retenida, % del original		42+	D-5	T-49
Ductilidad a 25°C. 5 cm/min. Cm		100	D-113	T-51
Índice de susceptibilidad térmica		-1 +1	Francés RLB	
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	a	Reportar	D-2170	T-201
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	a	140	D-2171	T-301
REQUERIMIENTO GENERAL:	Estar libre de agua, ser homogéneo y no formar espuma al calentarse a 175°C.			

OBSERVACIONES:

(a) Según la NTP 321.051 y los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20

Fuente: (Petroperú, 2019)

Se realizaron ensayos con distintos porcentajes (6.00%, 6.50%, 7.00% y 7.50%), de donde se pudo determinar que el %C.A. que ofrece mejores propiedades sería un valor interpolado de 6.76%, valores que aparecen en la Tabla 20 en complemento con la Tabla 21.

Tabla 20. *Propiedades de la mezcla para distintos %C.A. añadido.*

% DE ADICIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO (C.A)						
Propiedad	Unidades	6.00%	6.50%	6.76%	7.00%	7.50%
Estabilidad	kg	975	1041	1050	1043	983
Flujo	mm	7.18	8.43	8.98	9.49	10.69
Factor de rigidez	kg/cm	3451	3135	2963	2790	2334
Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada	gr/cc	2.176	2.189	2.197	2.204	2.220
Peso específico máximo (Rice)	gr/cc	2.329	2.332	2.331	2.329	2.332
Vacíos	%	6.6	6.1	5.71	5.4	4.8

Fuente: Laboratorio LH

Tabla 21. *Propiedades de la muestra patrón (6.76% C.A.)*

Cantidad de Probetas		N°	1	2	3	PR.
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.76	6.76	6.76	
2	% de Piedra Chancada 1/2" en Peso de la Mezcla	%	23.31	23.31	23.31	
3	% de Piedra Chancada 3/8" en Peso de la Mezcla	%	13.99	13.99	13.99	
4	% de Arena Chancada 1/4" en Peso de la Mezcla	%	32.63	32.63	32.63	
5	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%	18.65	18.65	18.65	
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	4.66	4.66	4.66	
7	Peso Específico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.020	1.020	1.020	
8	Peso Específico Piedra Chancada 1/2" - Bulk	gr/cc.	2.525	2.525	2.525	
9	Peso Específico Piedra Chancada 3/8" - Bulk	gr/cc.	2.536	2.536	2.536	
10	Peso Específico Arena Chancada 1/4" - Bulk	gr/cc.	2.456	2.456	2.456	
11	Peso Específico Arena Natural - Bulk	gr/cc.	2.487	2.487	2.487	
12	Peso Específico Filler - Bulk	gr/cc.	2.341	2.341	2.341	
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.8	6.7	6.7	6.73
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1198.0	1197.0	1198.0	

1 5	Peso de la briqueta Saturada		gr.	1205. 0	1208. 0	1207. 0	
1 6	Peso de la briqueta en el Agua		gr.	660.0	662.9	661.5	
1 7	Volumen de la briqueta por desplazamient o	(15-16)	c.c.	545.0	545.1	545.5	545. 2
1 8	Peso Específico de la Probeta	(14/17)	gr/cc.	2.198	2.196	2.196	2.19 7
1 9	Peso Específico Máximo (Rice) ASTM D-2041		gr/cc.	2.330	2.330	2.330	
2 0	Peso Específico Máximo (Teórico)	$100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.265	2.265	2.265	
2 1	% de Vacíos	$100*((19-18)/19)$	%	5.7	5.8	5.7	5.7
2 2	Peso Específico Bullk del Agregado Total	$(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.485	2.485	2.485	
2 3	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	$100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	17.5	17.6	17.6	17.6
2 4	% vacíos llenados con C.A.	$100*((23-21)/23)$	%	67.7	67.3	67.4	67.5
2 5	Peso Específico Efectivo del Agregado Total	$(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.569	2.569	2.569	
2 6	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	$(100*7)*((25-22)/(25*22)$	%	1.35	1.35	1.35	
2 7	% de Asfalto Efectivo	(1-26)	%	5.41	5.41	5.41	
2 8	Flujo (0.01 pulg)		mm	8.97	9.02	8.97	8.98
2 9	Estabilidad sin corregir			1125	1133	1128	
3 0	Factor de Estabilidad			0.93	0.93	0.93	
3 1	Estabilidad corregida	(27*28)	kg.	1046	1054	1049	1050
3 2	Factor de Rigidez	(29/26)	kg/cm	2964	2968	2972	2968
3 3	Número de Golpes por Capa			75	75	75	

Fuente: Laboratorio LH

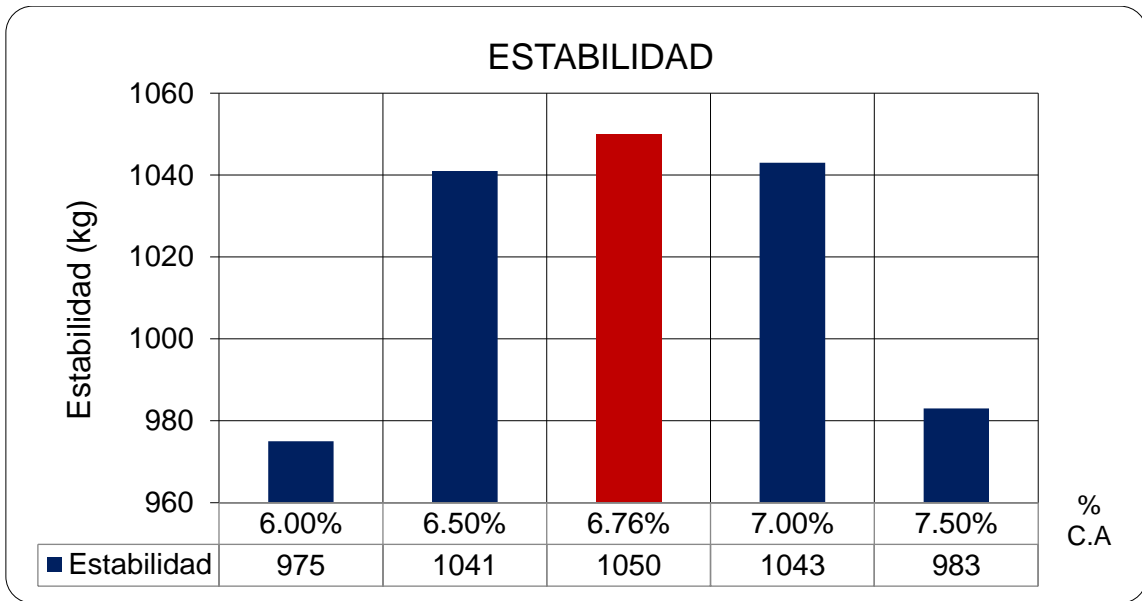


Figura 23. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.
 Fuente: Propia del investigador

La Figura 23 señala que se logra una mayor estabilidad al añadir 6.76% de cemento asfáltico a la mezcla.

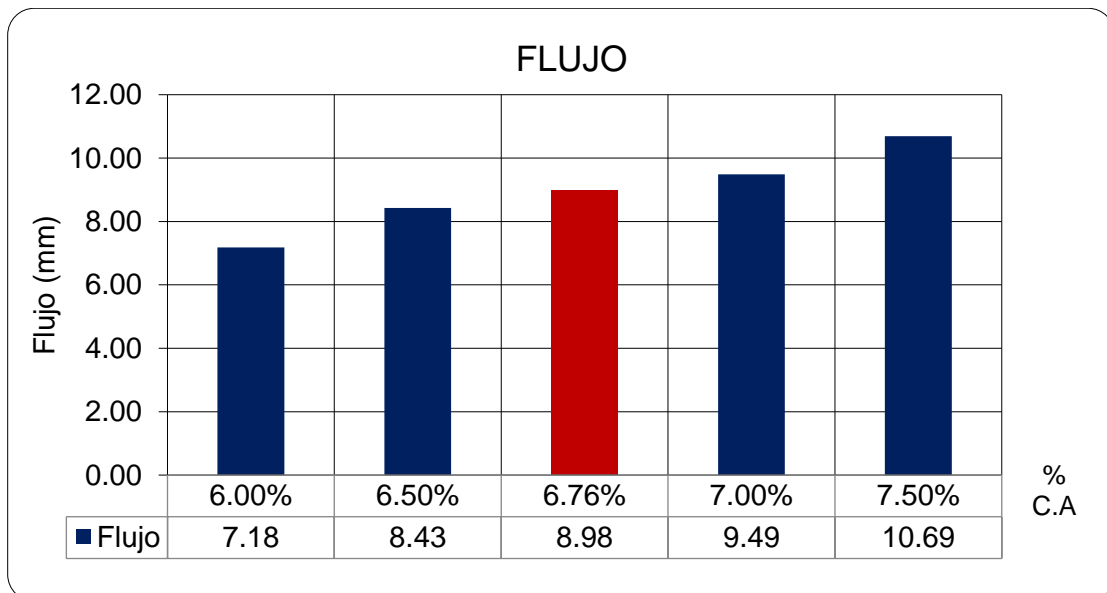


Figura 24. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.
 Fuente: Propia del investigador

La Figura 24 indica que el flujo va aumentando en la medida que se aumenta el % de cemento asfáltico añadido a la mezcla aumenta, adquiriendo propiedades elásticas.

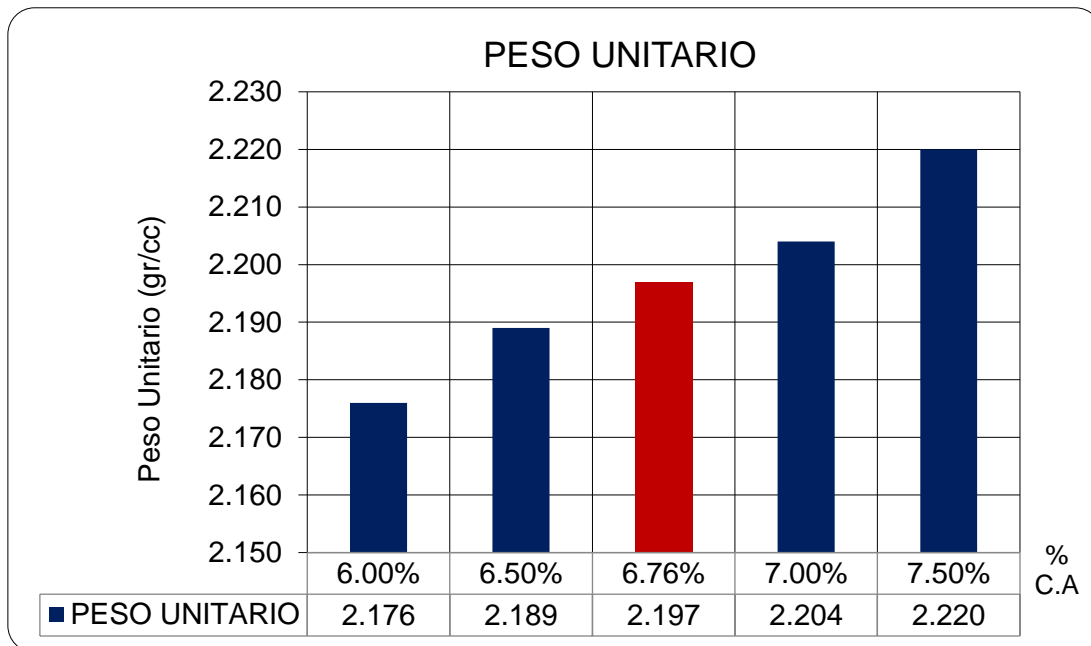


Figura 25. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.
Fuente: Propia del investigador

La Figura 25 evidencia que el peso unitario incrementa según se añade cemento asfáltico a la mezcla.

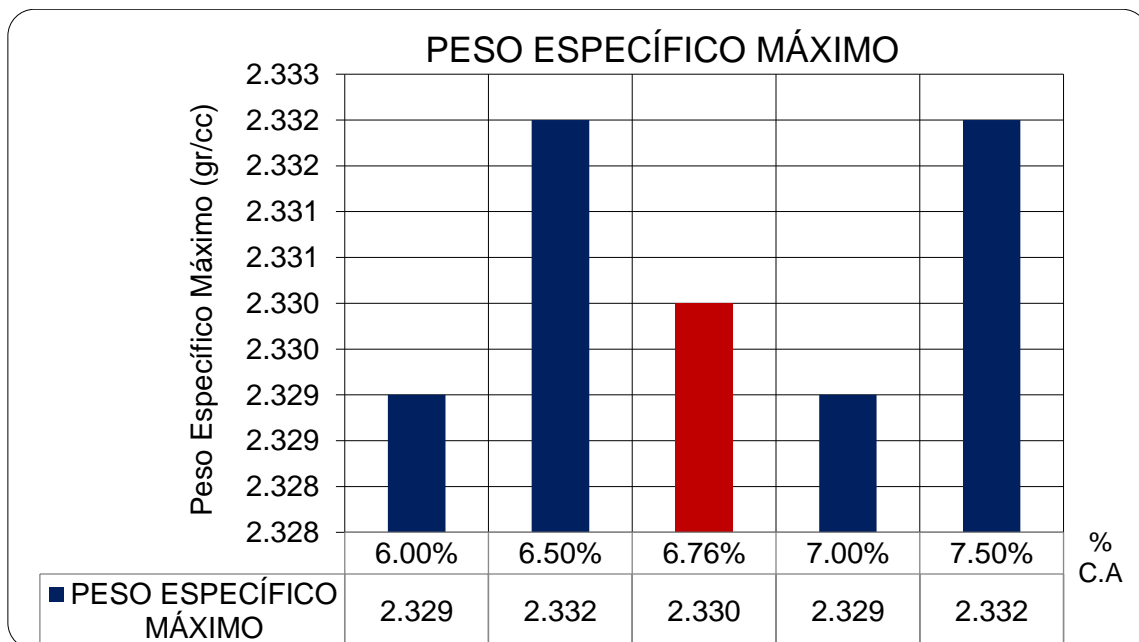


Figura 26. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.
Fuente: Propia del investigador

La Figura 26 señala que el peso específico tiene un comportamiento irregular, siendo el porcentaje de 6.76%, el óptimo.

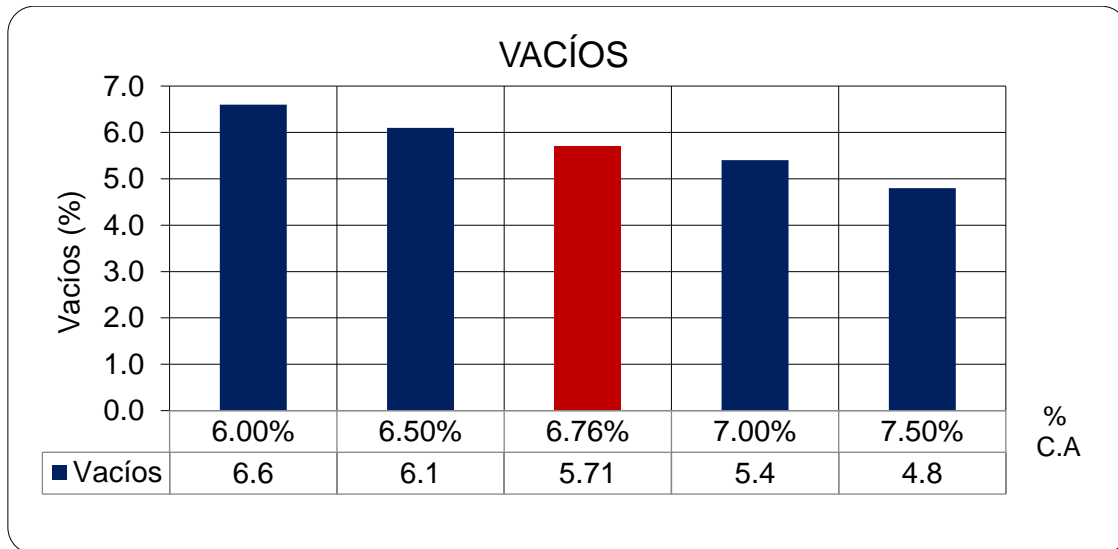


Figura 27. Estabilidad de la muestra para distintos % de cemento asfáltico.
Fuente: Propia del investigador

Se señala en la Figura 27 que el porcentaje de vacíos va disminuyendo según se incrementa el porcentaje de C.A. añadido.

Posteriormente, se realizó la evaluación manteniendo el porcentaje óptimo de 6.76% de C.A, donde la primera muestra fue considerada como muestra patrón (sin caucho industrial) y posteriormente se fue agregando distintos % (1.50, 2.00, 2.50 y 3.00) de caucho industrial (C.I), para luego proceder a realizar ensayo Marshall, de acuerdo a la Figura 28 y cuyo resultado aparece en la Tabla 22 y 23.

Ensayo Marshall

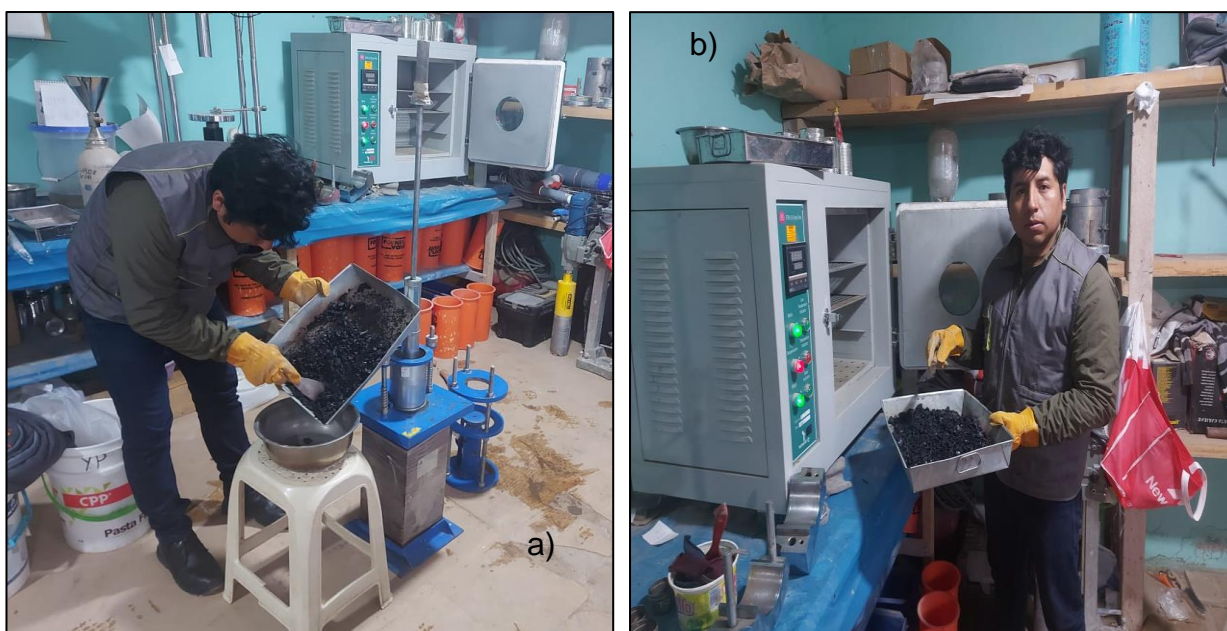


Figura 28. Ensayo Marshall a) Preparando de la muestra b) Procesamiento
Fuente: Propia del investigador

Tabla 22. Propiedades de la mezcla para distintos %C.I. añadido.

Propiedad	Unidades	% DE ADICIÓN DE CAUCHO INDUSTRIAL (C.I)				
		PATRON	P+1.50%	P+2.00%	P+2.50%	P+3.00%
Estabilidad	kg	1050	1074	1099	1060	1021
Flujo	mm	8.98	9.10	9.20	9.32	9.44
Factor de rigidez	kg/cm	2968	3000	3034	2889	2747
Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada	gr/cc	2.197	2.202	2.195	2.187	2.182
Peso específico máximo (Rice)	gr/cc	2.330	2.319	2.299	2.273	2.256
Vacíos	%	5.70	5.10	4.50	3.80	3.30

Fuente: Laboratorio LH.

Tabla 23. Parámetros según el % de Adición de C.I

Número de Probetas	N°	1			2			3			1			2			3		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	% Adición de Caucho		1.50			2.00			2.50					3.00					
2	% C.A. en peso de la Mezcla		6.76			6.76			6.76					6.76					
3	Altura Promedio	cm.	6.6	6.6	6.7	6.7	6.6	6.7	6.8	6.7	6.7	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7	6.7		

	de la Probeta												
4	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	119 6	119 7	119 6	119 5	119 6	119 6	119 4	119 4	119 5	119 5	119 3
5	Peso de la briqueta Saturada	gr.	119 7	119 8	119 7	119 6	119 7	119 7	119 5	119 6	119 6	119 6	119 5
6	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	653 .9	653 .8	654 .1	651 .3	652 .4	652 .1	649 .0	649 .8	649 .6	648 .3	648 .0
7	Volumen de la briqueta por desplaza miento	c.c.	543 .1	544 .2	542 .9	544 .7	544 .6	544 .9	546 .0	546 .2	546 .4	547 .7	547 .0
8	Peso Específico de la Probeta	gr/c c.	2.2 02	2.2 00	2.2 03	2.1 94	2.1 96	2.1 95	2.1 87	2.1 86	2.1 87	2.1 82	2.1 81
9	Promedio Peso Específico de la Probeta	gr/c c.		2.202			2.195			2.187			2.182
10	Peso Específico Máximo (Rice) ASTM D- 2041	gr/c c.		2.319			2.299			2.273			2.256
11	% de Vacíos	%	5.1	5.2	5.0	4.6	4.5	4.5	3.8	3.8	3.8	3.3	3.3
12	Promedio % de Vacíos	%		5.1			4.5			3.8			3.3
13	Flujo (0,01 mm)	mm	358 .2	358 .7	357 .7	362 .2	362 .4	362 .2	367 .1	366 .9	366 .8	371 .4	372 .5
14	Flujo (0,01 pulg)	pulg	9.1 0	9.1 1	9.0 9	9.2 0	9.2 0	9.2 0	9.3 2	9.3 2	9.3 2	9.4 3	9.4 6
15	Promedio Flujo (0,01 pulg)	pulg		9.10			9.20			9.32			9.44
16	Estabilida d sin corregir		115 6	115 8	115 2	118 1	118 6	117 8	114 3	114 2	113 4	112 7	113 2
17	Factor de Estabilida d		0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.9 3	0.8 9	0.8 9
18	Estabilida d corregida	kg.	107 5	107 7	107 1	109 8	110 3	109 6	106 3	106 2	105 5	100 3	100 7
19	Promedio Estabilida	kg.		1074			1099			1060			1021

d	corregida												
2	Factor de Rigidez	kg/cm.	3000		3034		2889		2747				
2	Número de Golpes por Capa		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Fuente: Laboratorio LH

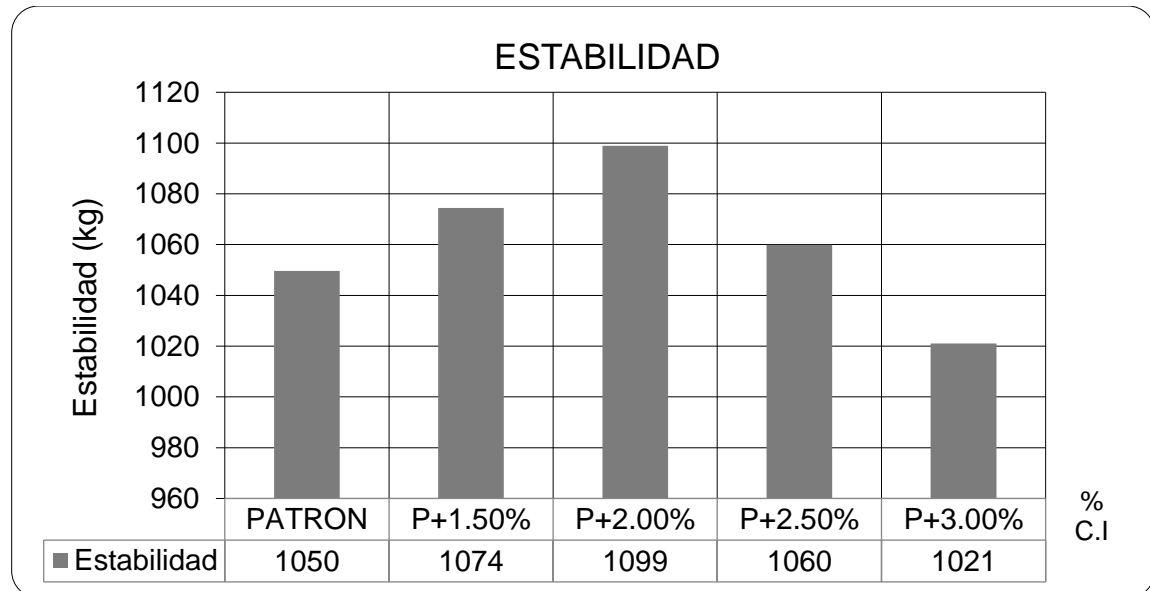


Figura 29. Estabilidad de la muestra para distintos % de caucho industrial.

Fuente: Propia del investigador

La Figura 29 pone en evidencia que se logra una mayor estabilidad al añadir 2.00% de caucho industrial a la mezcla asfáltica.

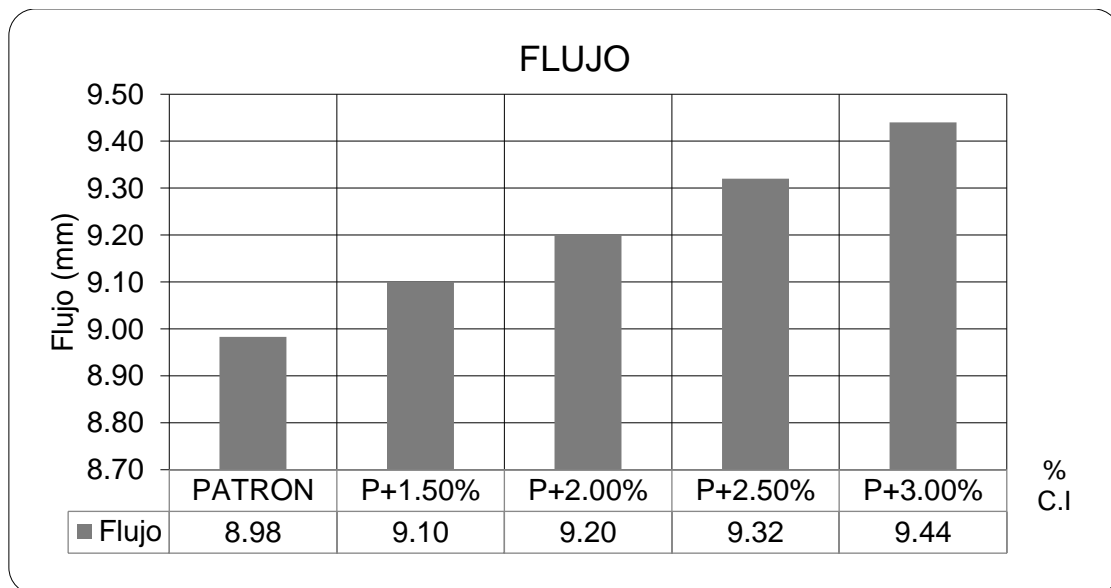


Figura 30. Flujo de la muestra para distintos % de caucho industrial.

Fuente: Propia del investigador

La Figura 30 señala que el flujo va aumentando según va aumentando el porcentaje de caucho añadido a la mezcla asfáltica, adquiriendo propiedades elásticas.

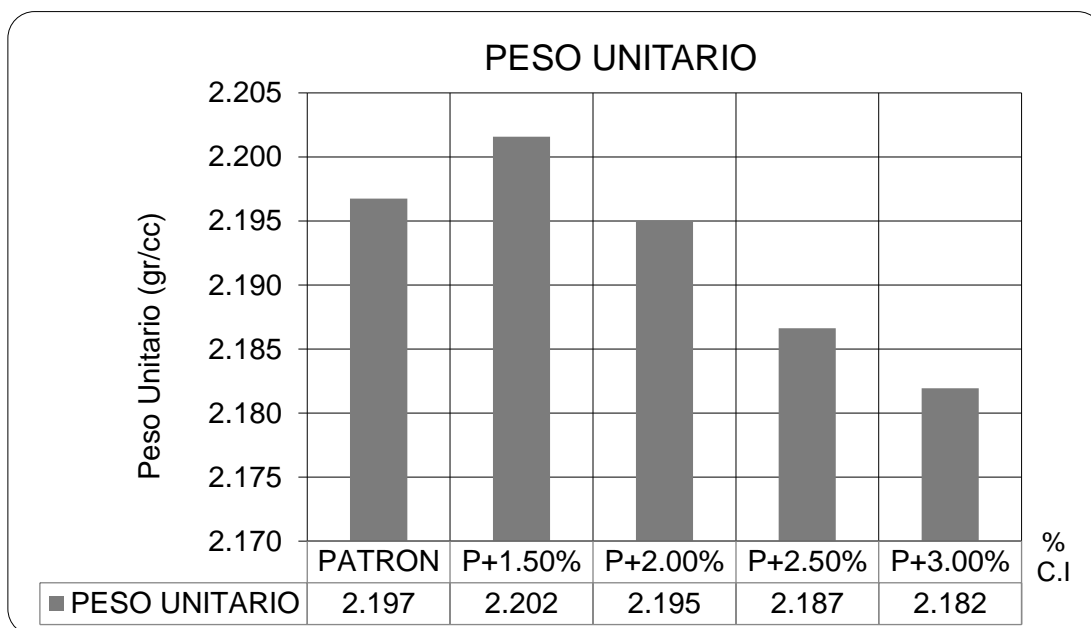


Figura 31. Peso unitario de la muestra para distintos % de caucho industrial.

Fuente: Propia del investigador

La Figura 31 señala que el mayor peso unitario se alcanza al adicionar un 1.50% de caucho a la mezcla de asfalto y luego se evidencia una disminución.

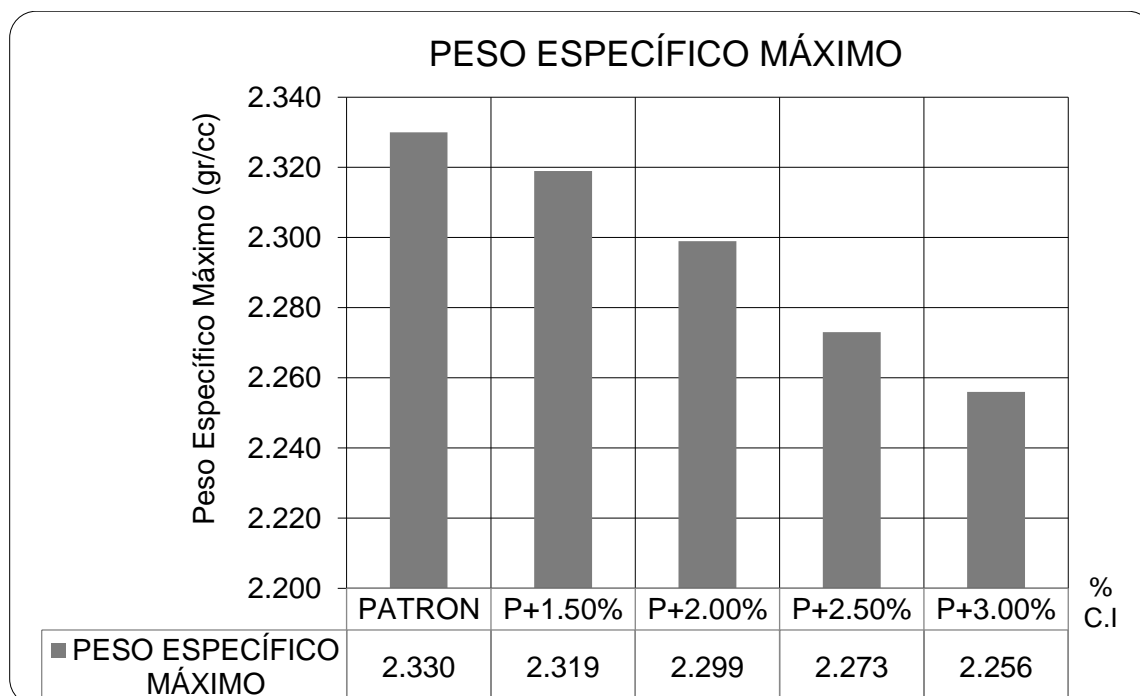


Figura 32. Peso específico máximo de la muestra para distintos % de caucho industrial.

Fuente: Propia del investigador

La Figura 32 pone en evidencia que el mayor peso específico máximo va disminuyendo en la medida que se incrementa la cantidad de caucho industrial añadido a la mezcla asfáltica.

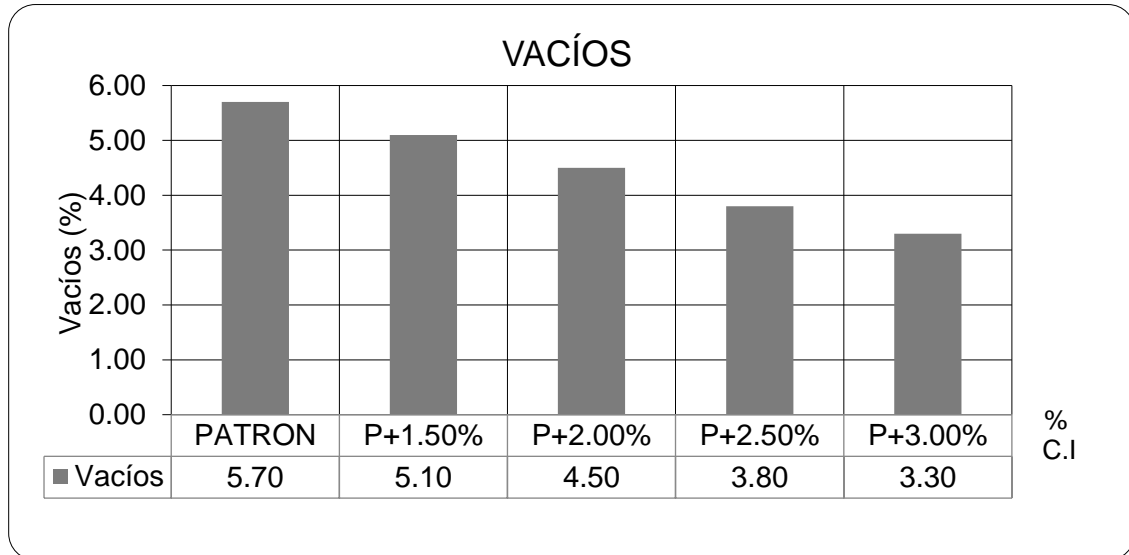


Figura 33. % de vacíos de la muestra para distintos % de caucho industrial.
 Fuente: Propia del investigador

La Figura 33 evidencia que el porcentaje de vacíos va disminuyendo según aumenta el % de caucho industrial añadido a la mezcla asfáltica.

ENSAYO LOTTMAN



Figura 34. Ensayo Lottman.
 Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. ENSAYO LOTTMAN

ENSAYO LOTTMAN						
Propiedad	Unidad	PATRON	P+1.50%	P+2.00%	P+2.50%	P+3.00%
Resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad	%	77.4%	84.9%	78.8%	73.4%	68.0%

Fuente: Laboratorio LH.

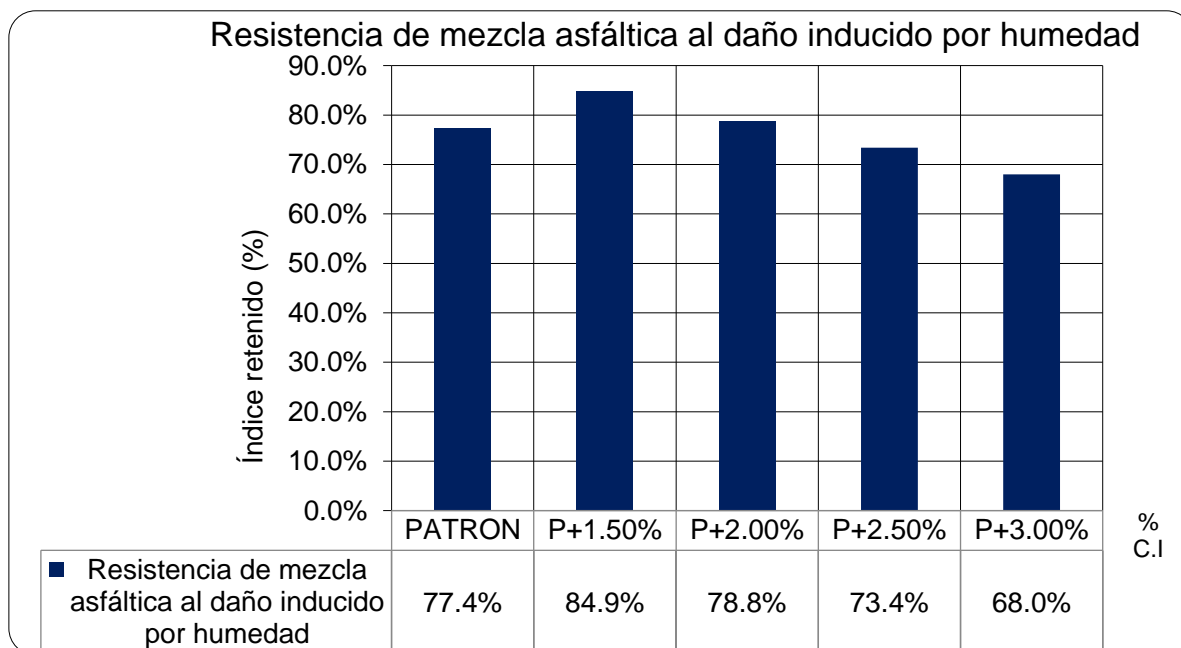


Figura 35. Ensayo Lottman.

Fuente: Propia del investigador

De acuerdo a la Tabla 24 y la Figura 35 queda en evidencia que la adición de 1.50% de caucho industrial es quien proporciona un mayor índice retenido de humedad.

Ensayo Rueda de Hamburgo



Figura 36. Ensayo Rueda de Hamburgo.
Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar que este ensayo (Figura 36), se realizó sólo de la muestra patrón y adicionando 2% de caucho industrial por ser el que aporta una mayor estabilidad, cuyos resultados aparecen en la Tabla 25.

Tabla 25. ENSAYO RUEDA DE HAMBURGO

Parámetros	PATRON	P+2.00%
Contenido de asfalto (%)	6.76	6.76
% Vacíos	5.7	4.5
# Pasadas alcanzadas	20000	20000
Profundidad de huella (mm)	11.53	9.87

Fuente: Laboratorio LH.

Se puede apreciar que la profundidad de huella disminuye de 11.53 a 9.87 mm de la muestra patrón a la mezcla de asfalto modificado con 2.00% de caucho industrial respectivamente, considerando que en ambos casos se alcanzó un total de 20000 pasadas.

OBJETIVO GENERAL

Se determinó un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 6.76%, que añadido a la mezcla compuesta por 25% de piedra chancada de ½", 15% de piedra chancada de 3/8", 35% de arena chancada de ¼", 20% de arena natural y 5% de Filler mejora sus propiedades, según la Tabla 26.

Tabla 26. Resultados del objetivo general.

% ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO			
	Propiedad	Unidades	6.76%
Propiedades mecánicas	Estabilidad	kg	1050
	Flujo	mm	8.98
	Rueda de carga de Hamburgo	mm	11.53
	Resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad	%	77.4%
Propiedades físicas	Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada	gr/cc	2.197
	Peso específico máximo (Rice)	gr/cc	2.331
	Vacíos	%	5.71

Fuente: Laboratorio LH.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Tabla 27. Resultados del objetivo específico 1.

% DE ADICIÓN DE C.I + 6.76% DE C.A							
	Propiedad	Unidades	PATRON	P+1.50%	P+2.00%	P+2.50%	P+3.00%
Propiedades mecánicas	Estabilidad	kg	1050	1074	1099	1060	1021
	Flujo	mm	8.98	9.10	9.20	9.32	9.44
	Rueda de carga de Hamburgo	mm	11.53	-	9.87	-	-
	Resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad	%	77.4%	84.9%	78.8%	73.4%	68.0%

Fuente: Laboratorio LH.

Los resultados de la Tabla 27 acerca de la influencia del caucho industrial sobre las propiedades mecánicas, señalan que a medida que se añade caucho industrial a la mezcla de asfalto, aumenta la estabilidad y a partir del 2.00% empieza a disminuir, luego el flujo aumenta progresivamente, así también la resistencia al daño inducido por humedad, muestra desde el 1.50% de caucho industrial añadido en adelante, éste empieza a disminuir.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Tabla 28. Resultados del objetivo específico 2.

Propiedad	Unidades	% DE ADICIÓN DE C.I + 6.76% DE C.A					
		PATRON	P+1.50%	P+2.00%	P+2.50%	P+3.00%	
Propiedades físicas	Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada	gr/cc	2.197	2.202	2.195	2.187	2.182
	Peso específico máximo (Rice)	gr/cc	2.330	2.319	2.299	2.273	2.256
	Vacios	%	5.70	5.10	4.50	3.80	3.30

Fuente: Laboratorio LH.

Los resultados de la Tabla 28 acerca de la influencia del caucho industrial sobre las propiedades físicas, señalan que a partir del 2.00% tanto el peso unitario de la mezcla de asfalto compactado, así como el peso específico máximo empiezan a disminuir, luego el % de vacíos disminuye progresivamente a medida que se añade un mayor % de caucho industrial.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Se determinó un porcentaje óptimo del 2.00% de caucho industrial, cuyas propiedades aparecen en la Tabla 29:

Tabla 29. Resultados del objetivo específico 3.

Propiedad	Unidades	% ÓPTIMO DE CAUCHO INDUSTRIAL	
		P+2.00%	
Propiedades mecánicas	Estabilidad	kg	1099
	Flujo	mm	9.20
	Rueda de carga de Hamburgo	mm	9.87
	Resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad	%	78.8%
Propiedades físicas	Peso unitario de la mezcla asfáltica compactada	gr/cc	2.195
	Peso específico máximo (Rice)	gr/cc	2.299
	Vacios	%	4.50

Fuente: Laboratorio LH.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos respecto al objetivo general para determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre el diseño del pavimento flexible para mejorar sus propiedades, se pudo determinar que al añadir pequeñas proporciones de caucho industrial (1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%), a la mezcla compuesta por 25% de piedra chancada de ½", 15% de piedra chancada de 3/8", 35% de arena chancada de ¼", 20% de arena natural, 5% de Filler y 6.76% de cemento asfáltico, mejoran significativamente las propiedades del pavimento flexible, haciéndolo más estable.

De acuerdo la investigación realizada por Fernández y Riveros (2020), enfocada en establecer de qué manera al añadir caucho en polvo a la mezcla asfáltica mejora el pavimento flexible. Se evidenció que la adición de 4.5% de caucho, en sustitución de cemento asfáltico, mejora el flujo y la resistencia a la deformación, a diferencia de la mezcla convencional; sin embargo, para la estabilidad, la variación es mínima, concluyendo que, al añadir polvo de caucho en reemplazo del cemento asfáltico, optimiza su comportamiento; no obstante, se debe considerar que este material no se puede adicionar en porcentajes elevados, ya que esto revertiría los efectos positivos, volviendo más flexible de lo esperado.

Por otro lado, Ordoñez (2021) en su investigación que tuvo como objetivo diseñar una mezcla asfáltica con llanta reciclada, reemplazó 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de agregado grueso por llantas usadas, evidenciando que la sustitución del 1.5% permitió obtener una fluencia de 13 mm, estabilidad a 2211 lbs y un V.F.A. al 75%, teniendo como requerimiento una estabilidad de 2200 lbs, VFA entre 65% a 75% y una fluencia entre 8 a 14 mm, de donde concluyó que la sustitución de agregado grueso no brinda características relevantes al diseño asfáltico; sin embargo, este material contribuye en la resistencia mecánica, además de ser una opción viable para el enfoque sostenible.

De acuerdo al primer objetivo específico para determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas del pavimento flexible.

Según la investigación realizada por Condezo y Jiménez (2021), para la mezcla de diseño de pavimento flexible con 2% de caucho añadido, se obtuvo una estabilidad de 1041.3 kg/cm²; mientras que, en los diseños con adición de 4.5% se obtuvo una estabilidad de 896.3 kg/cm²; estos resultados no fueron positivos, ya que en diseños convencionales la estabilidad es de 1202.6 kg/cm², concluyendo que el 2% de adición de caucho reciclado fue el porcentaje más óptimo; sin embargo, la incorporación de este material no incide significativamente en la estabilidad de la mezcla de asfalto, deformación del diseño estructural y durabilidad del pavimento, en el presente trabajo de investigación al añadir 2.00% de caucho industrial, se obtuvo una estabilidad de 1099 kg, un valor mayor en comparación con los autores previos, además éste fue mayor al del diseño convencional cuyo valor fue de 1050 kg.

Por otro lado, Corbacho (2019) a través del ensayo de rueda de Hamburgo para una mezcla de asfalto modificado en caliente al reemplazar finos por fibras de tereftalato de polietileno reutilizado, en Cusco, obtuvo como resultados un contenido óptimo de 6.15% de asfalto y 1.2% de fibras PET, una cantidad de pasadas de 6166 para la mezcla convencional y 7660 para la modificada, con una profundidad de huella de 12.50 mm en ambos casos. Concluyendo que hacer una sustitución parcial en la mezcla asfáltica, no impacta en la cantidad óptimo de asfalto determinado para mezcla convencional, mientras que en la investigación realizada se trabajó con una cantidad máxima de pasadas de 20000, además para el caso de la muestra patrón sin añadir caucho se consiguió una profundidad final de ruta de 11.53 mm, mientras que al añadir 2.0% de caucho industrial se obtiene una profundidad final de ruta de 9.87 mm.

Así también, Flores (2018) determinó un valor del 73.9% para el índice de resistencia retenida para la mezcla de asfalto convencional, y 80.1 % para la modificada con 5% de caucho por vía húmeda, luego según el porcentaje mínimo de resistencia retenida señalada en el manual de carreteras EG-2013 del MTC, es de 75%, evidenciando que la mezcla convencional no cumpliría con dicho mínimo, como la mezcla modificada. En la siguiente investigación se obtuvo una resistencia al daño inducido por humedad de 77.4% para la mezcla convencional, luego un

valor de 78.8% para la mezcla modificada con 2.00% de caucho industrial, en ambos casos se cumple con el parámetro mínimo establecido por el MTC, sin embargo, se puede apreciar un incremento del 1.4%.

De acuerdo al segundo objetivo específico en el cual se determina la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades físicas del pavimento flexible.

Aliaga (2017) encontró que el caucho molido origina que las propiedades físicas de la mezcla asfáltica mejoren, reduciendo la fatiga, además incrementa la resistencia mecánica, por lo que aporta durabilidad y seguridad vial, concluyendo que la implementación del caucho reciclado optimiza, en un 20% las propiedades mecánicas y físicas de la capa de asfalto, asimismo mejora la resistencia a la deformación, mientras que en el estudio siguiente al añadir un 2.00% de caucho industrial, las propiedades físicas como lo son el peso unitario de la mezcla de asfalto compactado así como el peso específico máximo no variaron significativamente, además el porcentaje de vacíos se redujo en 1.20%.

Finalmente, como tercer objetivo específico se buscó determinar el porcentaje óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica.

De acuerdo a la investigación de Reyes (2020) quien tuvo como objetivo determinar el aporte del diseño de pavimento flexible al añadir caucho a fin de aumentar su resistencia en la playa de estacionamiento de la UCV Piura 2020, se elaboraron mezclas con 5.64% de contenido de cemento asfáltico, que fue sustituido en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% de caucho en polvo, encontrando que los gránulos de caucho inciden sobre el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas, siendo un material que mejora las propiedades mecánicas de esta; además, se determinó que la mezcla con el 0.5% de granos de caucho añadido resulta ser la más óptima para incrementar la estabilidad Marshall, concluyendo que el caucho reciclado influye, positiva y significativamente, en la impermeabilización del pavimento, además de mejorar la resistencia a deformación.

Con respecto a Reyes, en la investigación realizada se estableció que el contenido óptimo de cemento asfáltico es del 6.76%, ya que aporta las mejores características, luego, el porcentaje de caucho industrial añadido a la mezcla convencional que mejora las propiedades mecánicas y físicas es de 2.00%, considerándose como el porcentaje más adecuado para el diseño de pavimentos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se puede concluir que al añadir 6.76% de cemento asfáltico y pequeñas proporciones de caucho industrial, a la mezcla compuesta por 25% de piedra chancada de ½", 15% de piedra chancada de 3/8", 35% de arena chancada de ¼", 20% de arena natural y 5% de Filler, mejora significativamente las propiedades del pavimento flexible, haciéndolo más estable.
2. Se concluye que al incorporar caucho industrial mejoran las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto, ya que para la mezcla convencional se obtuvo una estabilidad de 1050 kg, un flujo de 8.98 mm, una profundidad final de ruta de 11.53 mm y una resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad del 77.4%, por otro lado, para la mezcla de asfalto modificada con caucho industrial, se logró una estabilidad de 1099 kg con 2.00% de caucho industrial, un flujo de 9.44 mm con 3.00%, una profundidad final de ruta de 9.87 mm para un 2.00% y 84.9% de resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad con 1.50%.
3. Se puede concluir que al incorporar caucho industrial se mejoran las propiedades físicas de la mezcla de asfalto, tal es así que para la mezcla convencional se obtuvo un peso unitario de la mezcla de 2.197 gr/cc, un peso específico máximo de 2.331 gr/cc y un % de vacíos de 5.71%, mientras que, para la mezcla de asfalto modificado con caucho industrial, se consiguió un peso unitario de 2.202 gr/cc con 2.00% de caucho industrial, luego el peso específico máximo disminuyó hasta un valor de 2.256 con 3.00% de caucho industrial, así como el porcentaje de vacíos alcanzó un valor de 3.30% con 3.00% de caucho industrial.
4. Finalmente, se concluye que el porcentaje de 6.76% de cemento asfáltico es el que aporta las mejores características, catalogándose como el contenido óptimo, luego, el porcentaje de caucho industrial añadido a la mezcla convencional que mejora las propiedades mecánicas y físicas es de 2.00%, por lo tanto, puede considerarse como el porcentaje más adecuado para el diseño de pavimentos.

5. La presente investigación permitió concluir que se debe desarrollar propuestas de mejora del diseño del pavimento flexible mediante gránulos de caucho industrial en pequeñas proporciones, mejorando así sus propiedades tanto mecánicas como físicas, además cabe señalar que, para el diseño estructural del pavimento en la Avenida Lampa, se tuvo para la carpeta asfáltica, base y sub-base, espesores de 10, 20 y 20 cm, respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer uso de mejores herramientas tecnológicas que permitan hacer estudios y ensayos de los materiales con un mayor nivel de precisión.

Se recomienda realizar una correcta compactación al momento de realizar el moldeo, durante el proceso de ensayo Marshall.

Se recomienda a futuros profesionales a seguir realizando investigación acerca de la incorporación de caucho reciclado, manejando diferentes porcentajes que permitan poder constituir un mejor diseño de mezcla asfáltica.

Se recomienda efectuar un mayor y mejor aprovechamiento del caucho reciclado investigando más a fondo sus propiedades, ya que contribuye no sólo a disminuir la contaminación ambiental, sino también a poder realizar mejoras dentro de la ingeniería.

Se recomienda realizar otros tipos de ensayo para no sólo poder observar las fallas estructurales en la carpeta asfáltica, sino en toda la estructura del pavimento, incluyendo la base, sub-base y subrasante.

Se recomienda revisar trabajos similares tanto a nivel nacional como internacional de manera mucho más profunda a fin de mejorar aún más las propiedades del pavimento flexible.

REFERENCIAS

- Abril Zuleta, S. L., Fernández Gómez, W. D., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). Periodo de desempeño de mezclas asfálticas prefabricadas almacenadas para actividades de parcheo en Bogotá D.C. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 32(1), 25-41. doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.5294>
- Aliaga Bravo, Y. M. (2017). *Aplicación de caucho reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017*. [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]: Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21730>
- Apaza Robles, R. M., & Bravo López, N. F. (2020). *Diseño de pavimento flexible incorporando fibra de carbón a la mezcla asfáltica para el pavimento Tantamayo – Carpa Huánuco 2020*. [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]: Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65691>
- Asadi, M., & Ashtiani, R. (2018). Stability analysis of anisotropic granular base layers in flexible pavements. *Transportation Geotechnics*, 14, 183-189. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2018.01.001>
- Baldi, A., & Elizondo Salas, A. L. (2022). Implementación de la multiescala en la investigación de daño por humedad en mezclas asfálticas. *PITRA-LanammeUCR*, 13(1), 1-8. Obtenido de <https://alfresco.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2276/Boletin%201-22%20Multiescala%20en%20da%C3%B1o%20por%20humedad%20MA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bisso Fernández, R. (2015). Llantas Usadas en Pavimentos. *Constructivo*, 1-10. Obtenido de Pavimentos Sustentables.
- Blaauw, S., Maina, J., Mturi, G., & Visser, A. (2022). Flexible pavement performance and life cycle assessment incorporating climate change impacts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 104. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103203>
- Bobadilla Peña, J. R., Tesen Muñoz, F. L., Tigre Acosta, J. J., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de polímeros en asfalto: una revisión. *Gaceta Técnica*, 23(1), 94-109. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5703/570369777007/html/>
- Boza Portal, J. G. (2020). *Adición de caucho reciclado en asfalto para el diseño de pavimento flexible en el Asentamiento Humano Villa Leticia Lurigancho 2020*. [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]: Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65695>
- Buritatum, A., Horpibulsuk, S., Udomchai, A., Suddeepong, A., Takaikaew, T., Vichitcholchai, N., . . . Arulrajah, A. (2021). Durability improvement of cement

- stabilized pavement base using natural rubber latex. *Transportation Geotechnics*, 28. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100518>
- Camacho Garita, E., Arias Barrantes, E., Aguiar Moya, J. P., & Loría Salazar, L. G. (2017). Efecto de la humedad en ensayos a escala real de pavimentos. *XIXCILA*, 1-12.
- Caro Spinel, S., & Alvarez Lugo, A. E. (2011). Evaluación de la susceptibilidad al da ño por humedad de mezclas asfálticas empleando propiedades termodinámicas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(58), 95-104. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302011000200010
- Carrizales Apaza, J. J. (2015). *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]: Repositorio Institucional UNAP. Obtenido de <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/1888>
- Chen, L., Liu, G., Yao, B., & Qian, Z. (2021). Rutting Prediction Model for Semirigid Base Asphalt Pavement Based on Hamburg Wheel Tracking Test. *International Journal of Geomechanics*, 21(11). doi:<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29GM.1943-5622.0002194>
- Condezo Campos, R. R., & Jiménez Lazo, N. L. (2021). *Diseño estructural del pavimento flexible incorporando caucho reciclado en la Avenida el Sol, Chorrillos 2021*. [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]: Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73972>
- Corbacho, J. (2019). *Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de riega cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018*. [tesis de investigación, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Cruz Cajina, N., Camacho Garita, E., Baldi, A., & Aguiar Moya, J. P. (2021). Evaluación de desempeño de la mezcla asfáltica modificada con residuos de PVC tipo blíster. *Infraestructura Vial*, 23(42), 13-22. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/iv.v23i42.44688>
- Disfani, M., Mohammadinia, A., Narsilio, G., & Aye, L. (2020). Performance evaluation of semi-flexible permeable pavements under cyclic loads. *International Journal of Pavement Engineering*, 21(3), 336-346. doi:<https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1475666>
- Esmaeili, N., Hossein Hamed, G., & Khodadadi, M. (2019). Determination of the stripping process of asphalt mixtures and the effective mix design and SFE parameters on its different phases. *Construction and Building Materials*, 213, 167-181. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.043>

- Fajardo, L. (10 de junio de 2015). *Los países con las mejores y las peores carreteras en A. Latina*. Obtenido de BBC Mundo: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_if
- Fernandez Santa Cruz, J. J., & Riveros Cabrera, P. A. (2020). *Evaluación del diseño de pavimentos flexibles empleando mezcla asfáltica con adición de polvo de Caucho, Avenida Naciones Unidas, Huarochirí, 2020*. [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]: Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72535>
- Flores Flores, M., Delgado Alamilla, H., & Gómez López, J. (2018). *Evaluación del desempeño de mezclas asfálticas con la rueda cargada de Hamburgo*. Instituto Mexicano del Transporte. Obtenido de <https://trid.trb.org/view/1656194>
- Flores Torres, P. M., Gatica, A., Trinidad, D., & Sulca, V. (2022). Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. *Investigatio*(18). Obtenido de <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/647>
- Flores, J. (2018). *Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018*. [tesis de titulación, Universidad César Vallejo].
- Foro Económico Mundial. (2019). *Ranking del estado de las carreteras a nivel mundial*. World Economic Forum.
- Gardete, D., Picado Santos, L., Capitão, S., & Luzia, R. (2022). Asphalt mix design: Discussion on the bulk specific gravity procedure influence on the results obtained from empirical, volumetric, and performance-based methods. *Construction and Building Materials*, 342. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127870>
- Giordani, C., & Leone, D. (2017). *Pavimentos*. Universidad Tecnológica Nacional.
- Giwa, I., Sadek, H., & Zaremotekhas, F. (2021). Evaluation of different analysis approaches for Hamburg Wheel-Tracking testing (HWTT) data. *Construction and Building Materials*, 280. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122420>
- Guha, A., & Assaf, G. (2020). Effects of different fillers on pavement deformation of hot mix asphalt in hot climates. *Construction and Building Materials*, 261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119898>
- Hanumantharao, C., Anil Pradhyumna, T., Durga Prasad, K., Naveen Kumar, N., Shantha Kumar Redd, G., & Hemanth Vardhan, M. (2019). Crumb Rubber Modified Bitumen and Quarry Dust in Flexible Pavements. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(1), 2868-2873. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Hanumantharao-Chappidi-2/publication/333682326_Crumb_Rubber_Modified_Bitumen_and_Quarry_

Dust_in_Flexible_Pavements/links/5cff7ad5299bf13a384c8d88/Crumb-Rubber-Modified-Bitumen-and-Quarry-Dust-in-Flexible-Pavements.pdf

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de investigación*. Editorial McGraw Hill.
- Hernández Velásquez, M. Y., & Lozano Antia, L. Y. (2020). *Análisis sistemática de literatura referencia a la viabilidad técnica de un diseño de mezcla asfáltica con adición de fibra de llanta reciclada que cumpla con la normatividad vigente*. [tesis de licenciatura, Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de http://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28482/3/2020_an%C3%A1lisis_sistem%C3%A1tico_literatura.%20pdf.pdf
- Higuera Sandoval, C. H., Olarte Riaño, B. N., & Soler Sánchez, R. D. (2019). Effect of the recycled rubber grain in the rutting of an asphalt mixture type MD-12. *Respuestas*, 89-97. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7163150>
- Hosseini, A., Faheem, A., Titi, H., & Schwandt, S. (2022). Deterioration Modeling of Flexible Pavements Based on As-Produced and As-Constructed Properties. *Journal of Transportation Engineering*, 148(2). Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JPEODX.0000372>
- Jiménez, A. (2021). Análisis del desempeño mecánico de una mezcla asfáltica modificada con fibra de bambú. *Infraestructura Vial*, 23(42), 44-52. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/iv.v23i42.44839>
- Karballaezadeh, N., Ghasemzadeh Tehrani, H., Mohammadzadeh Shadmehri, D., & Shamshirband, S. (2020). Estimation of flexible pavement structural capacity using machine learning techniques. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 14, 1083-1096. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11709-020-0654-z>
- Li, Z., Shen, A., Long, H., Guo, Y., & He, T. (2021). Dynamic deterioration of strength, durability, and microstructure of pavement concrete under fatigue load. *Construction and Building Materials*, 306. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124912>
- Liu, Y., Qian, Z., Hu, J., & Jin, L. (2018). Temperature Behavior and Stability Analysis of Orthotropic Steel Bridge Deck during Gussasphalt Pavement Paving. *Journal of Bridge Engineering*, 23(1). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Yang-Liu-618/publication/322177145_Temperature_Behavior_and_Stability_Analysis_of_Orthotropic_Steel_Bridge_Deck_during_Gussasphalt_Pavement_Paving/links/608ac2f5a6fdccaebdf89916/Temperature-Behavior-and-Stability-Analy
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada/Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica*, 3(1), 34-39. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

- Mensahn, E., Lugeiyamu, L., & Kunlin, M. (2020). Flexible Pavement: A Review on the Influence of Waste Rubber Particles in Asphalt and Asphalt Mixtures. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 7(9), 3250-3260. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Lameck_Lugeiyamu2/publication/355296040_Utilization_of_waste_polyethylene_terephthalate_PET_as_partial_replacement_of_bitumen_in_stone_mastic_asphalt/links/61718565c10b387664cdab63/Utilization-of-waste-polyethylene-ter
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (29 de enero de 2022). *MTC pavimenta carreteras de Puno mediante Proregión*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/580024-mtc-pavimenta-carreteras-de-puno-mediante-proregion>
- Mohan, R., Gupta, A., & Gaur, K. (2021). Utilization of Bitumen, Aggregate and Wax with Rubber Tyre in a Flexible Pavement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2-12. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1197/1/012017/meta>
- Montaña Sanabria, H. A. (2021). *Uso de residuos de caucho en pavimento de asfalto para el mejoramiento de carreteras terciarias en el municipio de Pesca departamento de Boyacá*. [tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]: Repositorio UniMilitar. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/39602>
- Múnera Ossa, J. C. (2012). *Modificación polimérica de asfaltos*. [tesis de maestría, Universidad EAFIT]: Repositorio Institucional Universidad EAFIT. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/700>
- Ordoñez Díaz, A. W. (2021). *Análisis del desempeño de pavimento flexible reemplazando el 10% de agregado grueso con llantas recicladas para vías nivel de tránsito uno*. [tesis de licenciatura, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]: Repositorio Digital ULVR. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4531>
- Ortiz Hernández, E. H., Ortiz Moncayo, E. H., & Macías Sánchez, L. K. (2019). Comparativo de las propiedades de un diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional y el uso de polímeros en la carretera Tosagua. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 8(1), 107-114. Obtenido de <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/55>
- Paplauskas, P., Vaitkus, A., & Kleizienė, R. (2019). Analysis of flexible pavement performance prediction models based on structural behaviour. *Roads and*

- Bridges - Drogi i Mosty*, 18, 255-265. Obtenido de <https://www.rabdim.pl/index.php/rb/article/view/v18n4p255>
- Paucar Curo, E. F. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]: Repositorio Institucional UNAP. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12319>
- Petroperú. (2019). *Ficha de Datos de Seguridad*. Obtenido de <https://asfaltos.petroperu.com.pe/docs/seguridad/fds-as-120150.pdf>
- Pramukh, N., Prajwal, R. L., Darshan, B. M., Sunilkumar, S., & Santhosh, C. L. (2020). Study On Utilization of Plastic Waste in the Construction of Flexible Pavement. *IJRESM*, 3(7), 257-260. Obtenido de <http://journals.resaim.com/ijresm/article/view/72>
- Qiao, Y., Dawson, A., Parry, T., Flintsch, G., & Wang, W. (2020). Flexible Pavements and Climate Change: A Comprehensive Review and Implications. *Sustainability*, 12(3). doi:<https://doi.org/10.3390/su12031057>
- Reyes Quezada, A. M. (2020). *Diseño de pavimento flexible con adición de caucho para mejorar la resistencia del estacionamiento de UCV Piura 2020*. [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]: Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70114>
- Rojas Carrizales, A., Torres Gonzales, Y., Parejas Garavito, M., & Hinojosa Benavides, R. (2021). Acción del agua y la temperatura ambiental extrema sobre pavimento flexible. *GnosisWisdom*, 1(2), 39-48. doi:<https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i2.17>
- Saberian, M., Li, J., Nguyen, B., & Wang, G. (2018). Permanent deformation behaviour of pavement base and subbase containing recycle concrete aggregate, coarse and fine crumb rubber. *Construction and Building Materials*, 178, 51-58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.107>
- Senior Arrieta, V., & Graciano, C. (2021). A review of design, construction, and performance of permeable asphalt mixes in rainy countries: case of Colombia. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 14, 334-347. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s42947-020-0023-2>
- TomTom. (2022). *Traffic Index 2021*. TomTom International BV.
- Torres Velázquez, R., Hernández Villares, H., Romero Zepeda, F., & Torres Verdín, V. (2016). Prueba de desempeño en diferentes mezclas asfálticas. *Entretextos*, 24. Obtenido de <https://revistasacademicas.iberoleon.mx/index.php/entretextos/article/view/349>

- Vargas Nordbeck, A., Leiva Villacorta, F., Aguiar Moya, J. P., Miranda Argüello, F., & Loría Salazar, L. G. (2017). Miranda Argüello, F., Aguilar Maya, J., & Vargas Nordbeck, A. (2017). Resistencia al daño por humedad en mezclas asfálticas. *XIXCILA*, 1-12.
- Wang, A., Shen, S., Li, X., & Song, B. (2019). Micro-surfacing mixtures with reclaimed asphalt pavement: Mix design and performance evaluation. *Construction and Building Materials*, 201, 303-313. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.164>
- Wang, Q., Fang, J., Zhao, X., & Hu, K. (2020). The influence of pavement type on the thermal stability of block-stone embankments in the warm permafrost region. *Transportation Geotechnics*, 23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100334>
- Wang, X., Fan, Z., Li, L., Wang, H., & Huang, M. (2019). Durability Evaluation Study for Crumb Rubber–Asphalt Pavement. *Applied Sciences*, 9(16). doi:<https://doi.org/10.3390/app9163434>
- Yang, Z., Wang, L., Xu, B., & Li, S. (2022). Study of the Durability of a Fully Permeable Asphalt Pavement Structure Based on the Accelerated Pavement Test Method under Saturated Conditions. *Journal of Transportation Engineering*, 148(1). Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JPEODX.0000340>
- Zarei, M., Rahmani, Z., Zahedi, M., & Nasrollahi, M. (2020). Technical, Economic, and Environmental Investigation of the Effects of Rubber Powder Additive on Asphalt Mixtures. *Journal of Transportation Engineering*, 146(1). Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JPEODX.0000142>
- Zhao, Y., Zhang, K., Zhang, Y., Luo, Y., & Wang, S. (2022). Prediction of air voids of asphalt layers by intelligent algorithm. *Construction and Building Materials*, 317. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125908>

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de Consistencia

TITULO: “Diseño del pavimento flexible modificado con caucho industrial en el diseño asfáltico para mejorar sus propiedades, Ciudad de Juliaca, 2022”
AUTOR: Bach. Coyla Mamani, Hermogenes David.

Tabla 30. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
<p>Problema General: ¿Cómo influye en el diseño de un pavimento flexible el reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica para mejorar sus propiedades en la ciudad de Juliaca 2022?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre el diseño del pavimento flexible para mejorar sus propiedades en la ciudad de Juliaca 2022.</p>	<p>Hipótesis General: El reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades del diseño del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022</p>	INDEPENDIENTE	Caucho industrial en el diseño asfáltico	Diseño de mezcla	1.5% de caucho industrial 2% de caucho industrial 2.5% de caucho industrial 3% de caucho industrial	Ficha de recolección de datos		
		Dosificación							
<p>Problemas Específicos: ¿Cómo influye el reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022?</p>	<p>Objetivos Específicos: Determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022</p>	<p>Hipótesis Específicas: El reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades mecánicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022</p>	DEPENDIENTE	Pavimento flexible	Propiedades mecánicas	Estabilidad y flujo	ASTM D6927		
						Rueda de carga de Hamburgo	AASTHO T324		
						Resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad	ASTM D4867		
<p>¿Cómo influye el reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades físicas del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022?</p>	<p>Determinar la influencia del reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022</p>	<p>El reforzamiento con caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022</p>					Propiedades físicas	Peso unitario de mezcla asfáltica compactada	ASTM D1188
								Peso específico máximo teórico (Rice)	ASTM D2041
								Porcentaje de vacíos	Ficha de recolección de datos (AASHTO T 209)
<p>¿Cuál es el % óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca 2022?</p>	<p>Determinar el % óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica sobre las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022</p>	<p>El % óptimo de caucho industrial en la carpeta asfáltica influye significativamente en las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca 2022</p>			% óptimo de caucho industrial	% de caucho industrial	Ficha de recolección de datos		

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02. *Matriz de Operacionalización de variables*

Tabla 31. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	Caucho industrial en el diseño asfáltico	Este material se obtiene a partir de llantas en desuso (recicladas), en cantidades que van del 15% al 20% para tener un amplio rango de flexibilidad térmica, alta resistencia a la deformación plástica, bajo envejecimiento y baja susceptibilidad. (Bobadilla et al., 2022)	Diseño de mezcla	1.5% de caucho industrial 2% de caucho industrial 2.5% de caucho industrial 3 % de caucho industrial	Ficha de recolección de datos
			Dosificación		
DEPENDIENTE	Pavimento flexible	También denominado pavimento asfáltico, constituido por una carpeta asfáltico encontrada en la superficie de rodamiento, la cual soporta mínimas deformaciones en las capas inferiores (base, sub base y subrasante), sin provocar daños en la estructura. (Giordano y Leone, 2017).	Propiedades Mecánicas	Estabilidad y flujo	ASTM D6927
				Rueda de carga de Hamburgo	AASTHO T324
				Resistencia de mezcla asfáltica al daño inducido por humedad	ASTM D4867
			Propiedades físicas	Peso unitario de mezcla asfáltica compactada	ASTM D1188
				Peso específico máximo teórico (Rice)	ASTM D2041
				Porcentaje de vacíos	Ficha de recolección de datos
			% Óptimo de Caucho Industrial	% de caucho industrial	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 03. *Imágenes mapa de ubicación*

Muestra de la Avenida Lampa (salida lampa)

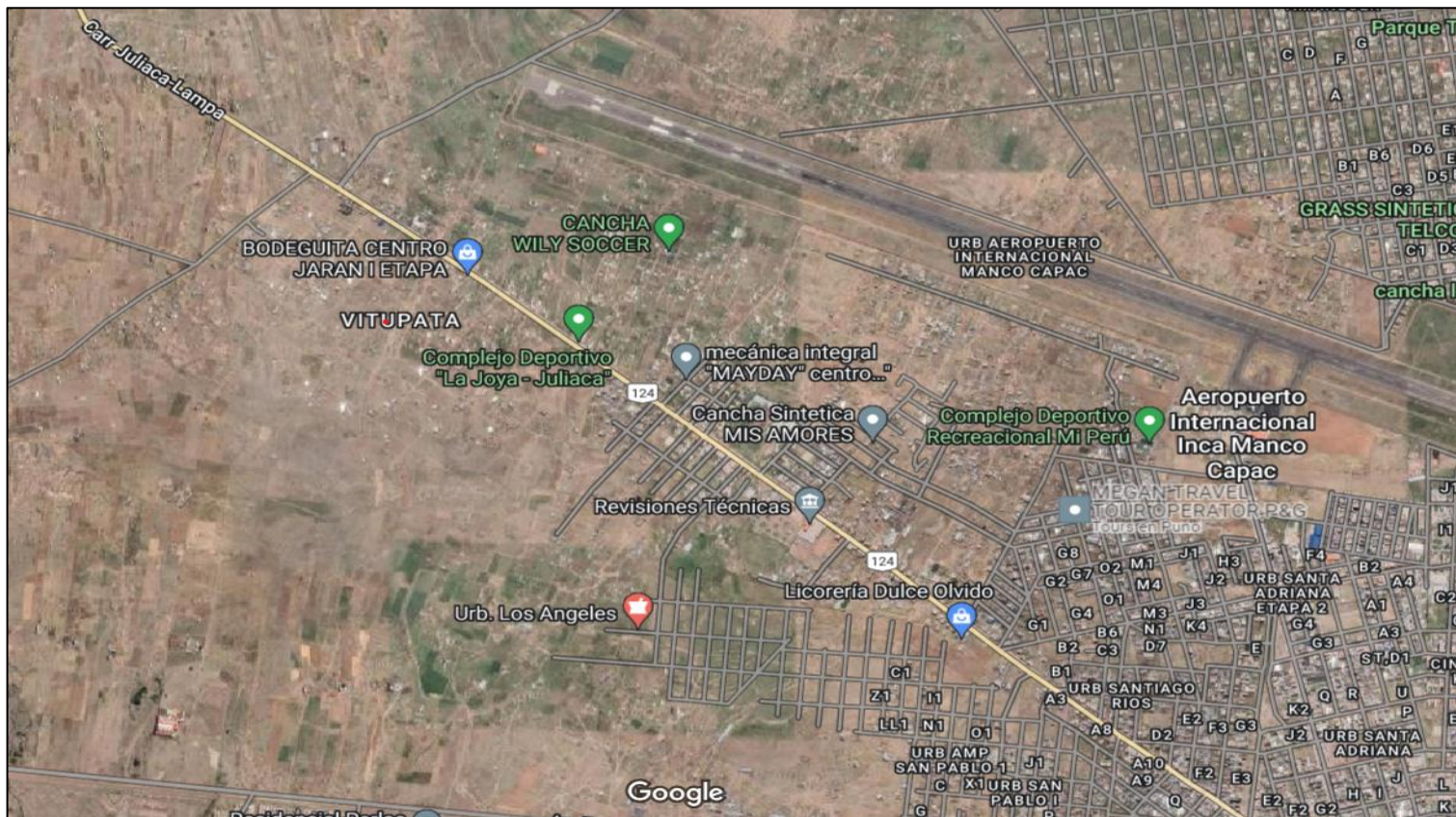


Figura 37. Muestra de la Avenida Lampa (salida lampa).

Mapa de ubicación de la Avenida Lampa (salida a lampa)

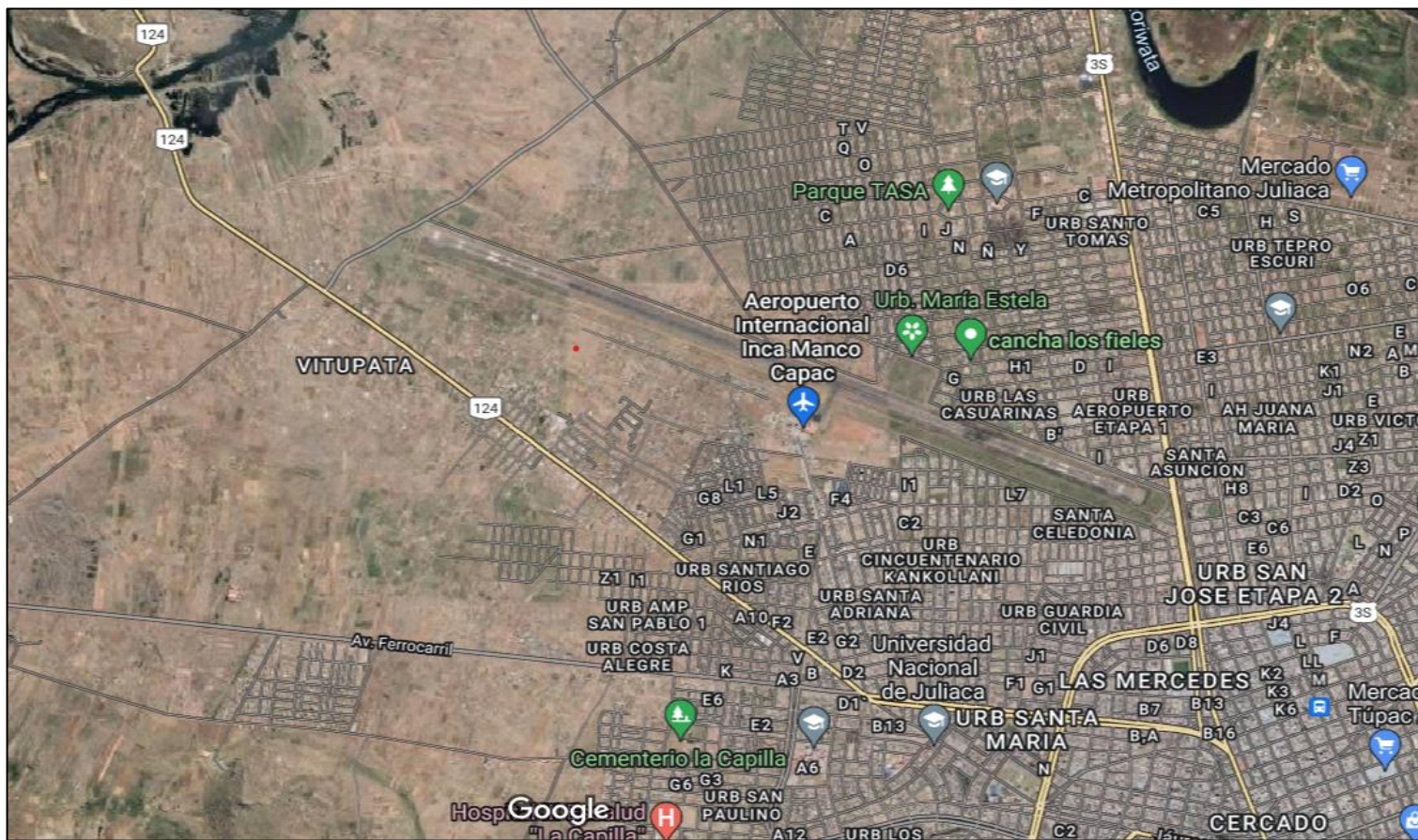


Figura 38. Mapa de ubicación de la Avenida Lampa (salida a lampa).

ANEXO 04. *Conteo vehicular*



Figura 39. Conteo vehicular.



Figura 40. Conteo vehicular.



Figura 41. Conteo vehicular.



Figura 42. Conteo vehicular.

ANEXO 05. *Obtención de muestras de suelos (Calicatas)*

CALICATA N° 01



Figura 43. Calicata C-1



Figura 44. Calicata C-1

CALICATA N° 02



Figura 45. Calicata C-2



Figura 46. Calicata C-2



Figura 47. Calicata C-2.

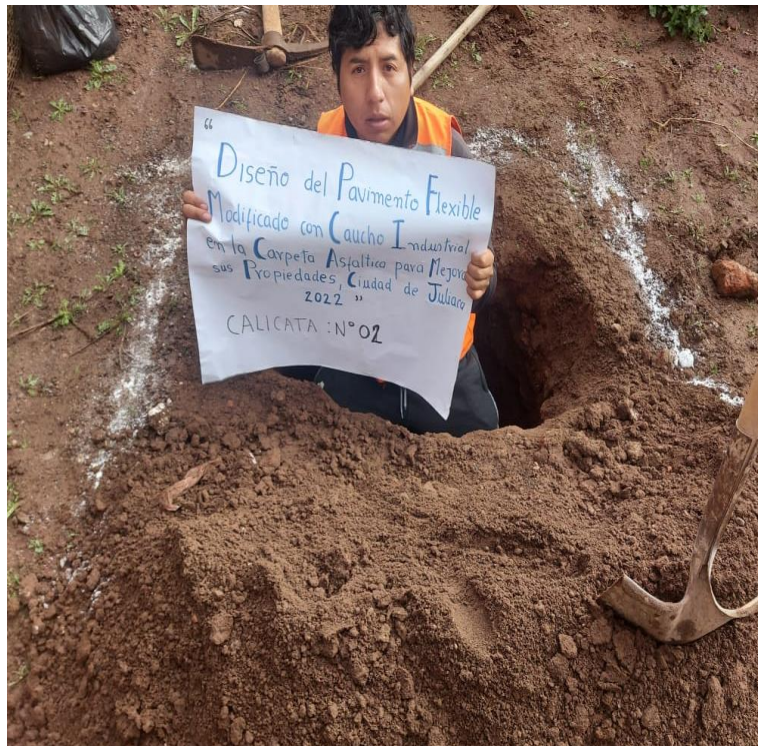


Figura 48. Calicata C-2.

ANEXO 06. *Obtención del agregado grueso – fino (Cantera río Cabanillas)*



Figura 49. Obtención de agregado grueso.



Figura 50. Obtención de agregado grueso.



Figura 51. Obtención de agregado grueso.



Figura 52. Obtención de agregado grueso.

ANEXO 07. *Obtención de la piedra chancada (Cantera Tayataya)*



Figura 53. Obtención de la piedra chancada.



Figura 54. Obtención de la piedra chancada.



Figura 55. Obtención de la piedra chancada.



Figura 56. Obtención de la piedra chancada.

ANEXO 08. *Obtención de llantas recicladas (Caucho industrial)*



Figura 57. Obtención de llantas recicladas.



Figura 58. Obtención de llantas recicladas.

ANEXO 09. *Entrega de materiales para realizar los ensayos*



Figura 59. Entrega de materiales para ensayos.



Figura 60. Entrega de materiales para ensayos.

ANEXO 10. *Ensayo de granulometría*

GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS



Figura 61. Granulometría de agregados.



Figura 62. Granulometría de agregados.

GRANULOMETRÍA DE CAUCHO INDUSTRIAL



Figura 63. Granulometría de caucho industrial.



Figura 64. Granulometría de caucho industrial.

ANEXO 11. *Ensayo de CBR y Proctor*

ENSAYO DE CBR



Figura 65. Realizando la mezcla CBR.



Figura 66. Realizando la compactación.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



Figura 67. Realizando la compactación.



Figura 68. Realizando la mezcla.

ANEXO 12. *Ensayo Marshall (Moldeo de briquetas)*



Figura 69. Preparando la muestra.



Figura 70. Preparando la muestra.

MOLDEO DE BRIQUETAS (Muestra Patrón)



Figura 71. Moldeo de briquetas (MP).

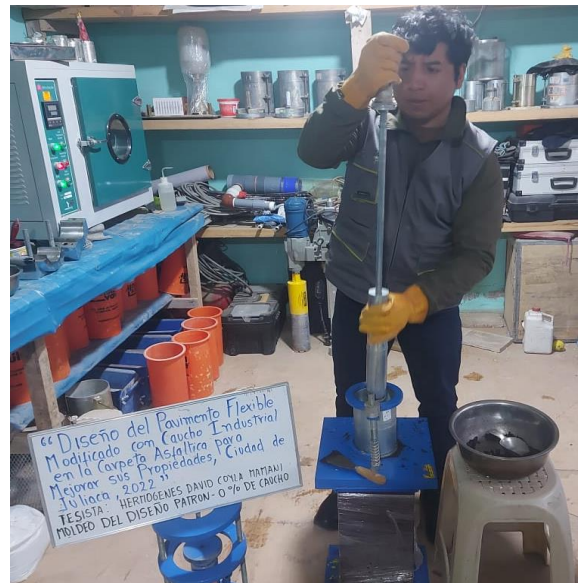


Figura 72. Moldeo de briquetas (MP).

MOLDEO DE BRIQUETAS (Con 1.5% de Caucho Industrial)



Figura 73. Moldeo de briquetas (1.5% CI).



Figura 74. Moldeo de briquetas (1.5% CI).

MOLDEO DE BRIQUETAS (Con 2.0% de Caucho Industrial)

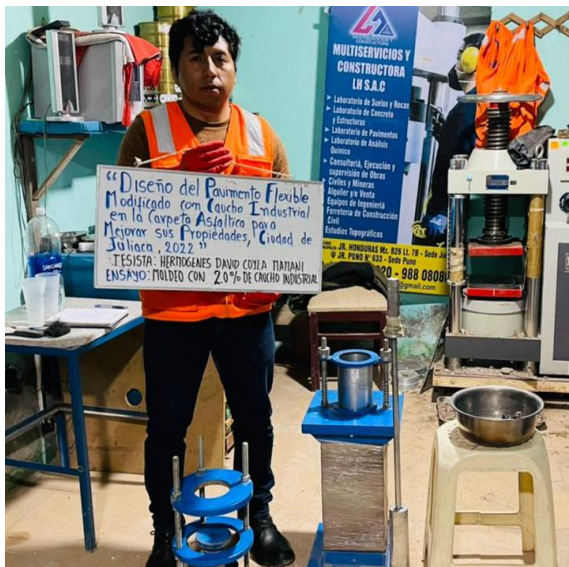


Figura 75. Moldeo de briquetas (2.0% CI).



Figura 76. Moldeo de briquetas (2.0% CI).

MOLDEO DE BRIQUETAS (Con 2.5% de Caucho Industrial)



Figura 77. Moldeo de briquetas (2.5% CI).



Figura 78. Moldeo de briquetas (2.5% CI).

MOLDEO DE BRIQUETAS (Con 3.0% de Caucho Industrial)



Figura 79. Moldeo de briquetas (3.0% CI).



Figura 80. Moldeo de briquetas (3.0% CI).

ANEXO 13. *Ensayo Marshall (Estabilidad y flujo)*

ESTABILIDAD Y FLUJO (Muestra Patrón)

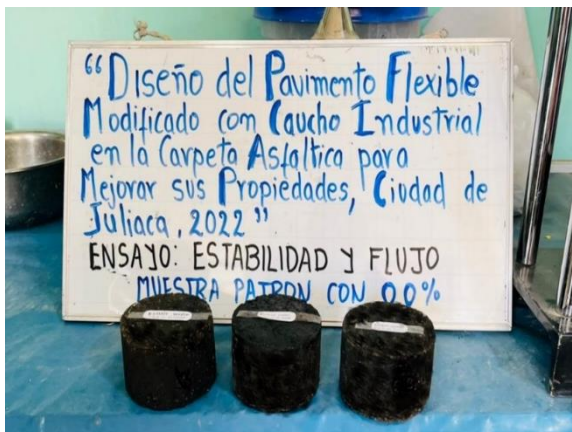


Figura 81. Estabilidad y flujo (MP).



Figura 82. Estabilidad y flujo (MP).



Figura 83. Estabilidad y flujo (MP).

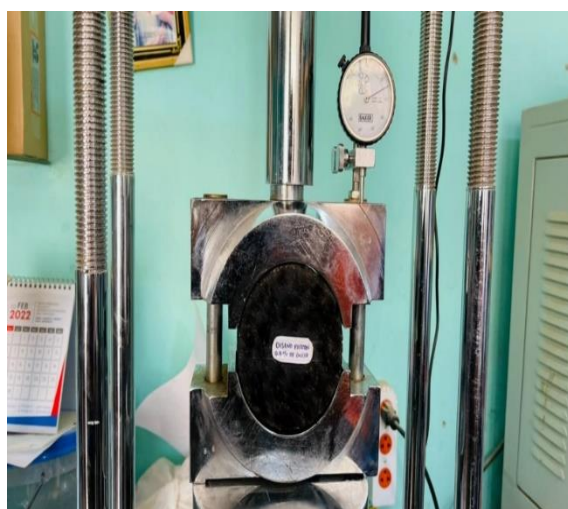


Figura 84. Estabilidad y flujo (MP).

ESTABILIDAD Y FLUJO (Con 1.5% de Caucho Industrial)



Figura 85. Estabilidad y flujo (1.5% CI).



Figura 86. Estabilidad y flujo (1.5% CI).

ESTABILIDAD Y FLUJO (Con 2.0% de Caucho Industrial)



Figura 87. Estabilidad y flujo (1.5% CI).



Figura 88. Estabilidad y flujo (1.5% CI).

ESTABILIDAD Y FLUJO (Con 2.5% de Caucho Industrial)

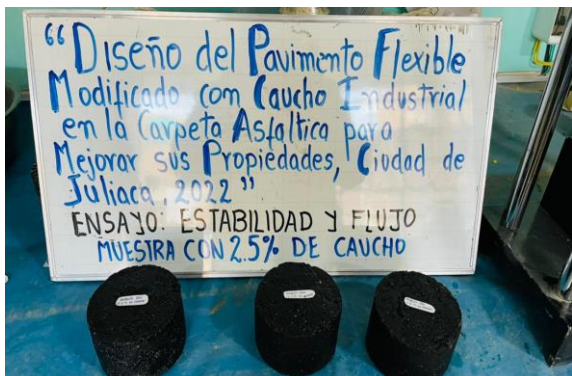


Figura 89. Estabilidad y flujo (2.5% CI).



Figura 90. Estabilidad y flujo (2.5% CI).

ESTABILIDAD Y FLUJO (Con 3.0% de Caucho Industrial)



Figura 91. Estabilidad y flujo (3.0% CI).



Figura 92. Estabilidad y flujo (3.0% CI).

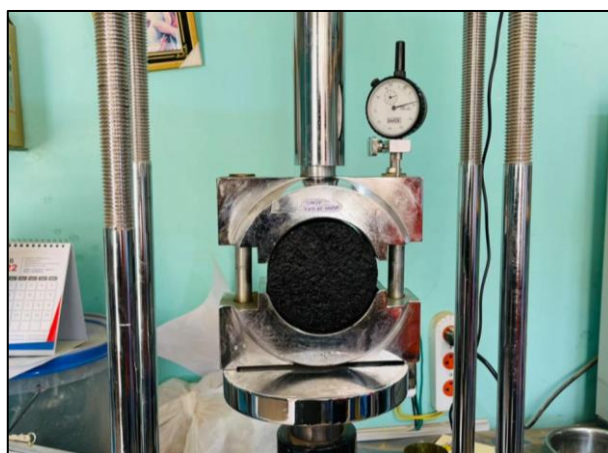


Figura 93. Estabilidad y flujo (3.0% CI).

ROPTURA DE BRIQUETAS



Figura 94. Roptura de briquetas (MARSHALL).



Figura 95. Roptura de briquetas (MARSHALL).

ANEXO 14. *Ensayo Peso unitario – máximo teórico*



Figura 96. Peso unitario – máximo teórico.



Figura 97. Peso unitario – máximo teórico.



Figura 98. Peso unitario – máximo teórico.

ANEXO 15. *Ensayo resistencia al daño por humedad (Lottman)*



Figura 99. Ensayo Lottman.



Figura 100. Ensayo Lottman.



Figura 101. Ensayo Lottman.



Figura 102. Ensayo Lottman.



Figura 103. Ensayo Lottman.

ANEXO 16. *Ensayo rueda de Hamburgo*



Figura 104. Ensayo rueda de Hamburgo.



Figura 105. Ensayo rueda de Hamburgo.



Figura 106. Ensayo rueda de Hamburgo.



Figura 107. Ensayo rueda de Hamburgo.

ANEXO 17. *Briquetas de ensayos*

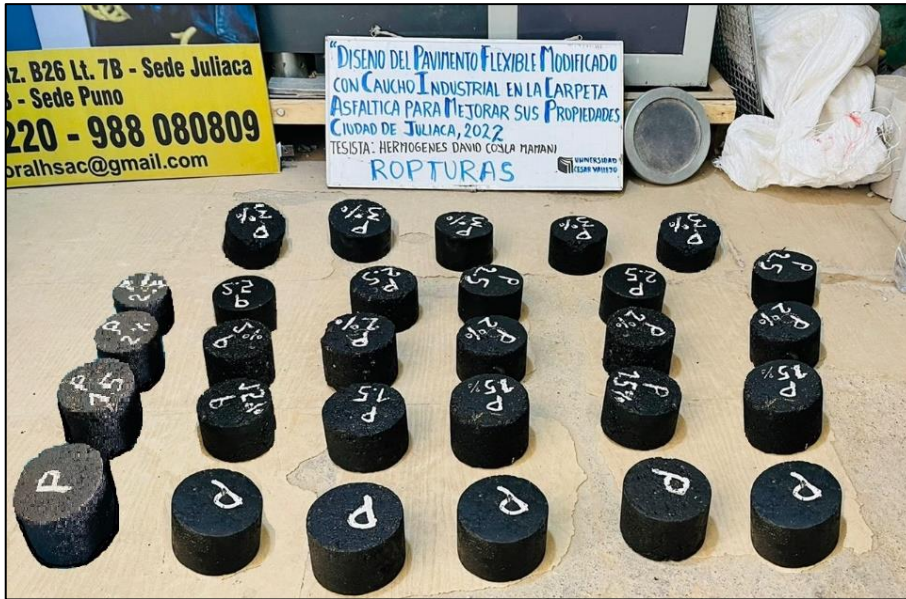


Figura 108. Briquetas de ensayos.



Figura 109. Briquetas de ensayos.

ANEXO 18. *Tablas de diseño de pavimento*

A continuación, se adjuntan las tablas para calcular los ejes equivalentes y diseño del esal.

Tabla 32. *Numero de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el carril de diseño para Pavimentos Flexibles, Semi-rigidos y Rígidos.*

Tipos Tráficos Pesado expresado en EE	Rangos en tráficos Pesados expresados en EE
TP ₀	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP ₁	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP ₂	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP ₃	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP ₄	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP ₅	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP ₆	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP ₇	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP₈	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP ₉	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP ₁₀	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP ₁₁	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP ₁₂	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP ₁₃	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP ₁₄	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
TP ₁₅	> 30'000,000 EE

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos (2013), pág. 88.*

Tabla 33. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico.

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD [®]
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito.	TP ₀	1,000,000	150,000	65%
	TP ₁	150,001	300,000	70%
	TP ₂	300,001	500,000	75%
	TP ₃	500,001	750,000	80%
	TP ₄	750,001	1,000,000	80%
	TP ₅	1,000,001	1,500,000	85%
	TP ₆	1,500,001	3,000,000	85%
	TP ₇	3,000,001	5,000,000	85%
Restos de Caminos	TP₈	5,000,001	7,500,000	90%
	TP ₉	7,500,001	10'000,000	90%
	TP ₁₀	10'000,001	12'500,000	90%
	TP ₁₁	12'500,001	15'000,000	90%
	TP ₁₂	15'000,001	20'000,000	95%
	TP ₁₃	20'000,001	25'000,000	95%
	TP ₁₄	25'000,001	30'000,000	95%
	TP ₁₅		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos (2013), pág. 154.

Tabla 34. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito.	TP ₀	1,000,000	150,000	-0.385
	TP ₁	150,001	300,000	-0.524
	TP ₂	300,001	500,000	-0.674
	TP ₃	500,001	750,000	-0.842
	TP ₄	750,001	1,000,000	-0.842
	TP ₅	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP ₆	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP ₇	3,000,001	5,000,000	-1.036
Restos de Caminos	TP₈	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP ₉	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP ₁₀	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP ₁₁	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP ₁₂	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP ₁₃	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP ₁₄	25'000,001	30'000,000	1.645
	TP ₁₅		>30'000,000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos (2013), pág. 156.

Tabla 35. Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito.	TP ₁	150,001	300,000	3.80
	TP ₂	300,001	500,000	3.80
	TP ₃	500,001	750,000	3.80
	TP ₄	750,001	1,000,000	3.80
	TP ₅	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP ₆	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP ₇	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP ₈	5,000,001	7,500,000	4.00
Restos de Caminos	TP ₉	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP ₁₀	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP ₁₁	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP ₁₂	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP ₁₃	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP ₁₄	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP ₁₅		>30'000,000	4.20

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos (2013), pág. 158.

Tabla 36. Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito.	TP ₁	150,001	300,000	2.00
	TP ₂	300,001	500,000	2.00
	TP ₃	500,001	750,000	2.00
	TP ₄	750,001	1,000,000	2.00
	TP ₅	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP ₆	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP ₇	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP ₈	5,000,001	7,500,000	2.50
Restos de Caminos	TP ₉	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP ₁₀	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP ₁₁	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP ₁₂	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP ₁₃	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP ₁₄	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP ₁₅		>30'000,000	3.00

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos (2013), pág. 159.

Tabla 37. Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito.	TP ₁	150,001	300,000	1.80
	TP ₂	300,001	500,000	1.80
	TP ₃	500,001	750,000	1.80
	TP ₄	750,001	1,000,000	1.80
	TP ₅	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP ₆	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP ₇	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP ₈	5,000,001	7,500,000	1.50
Restos de Caminos	TP ₉	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP ₁₀	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP ₁₁	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP ₁₂	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP ₁₃	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP ₁₄	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP ₁₅		>30'000,000	1.20

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos (2013), pág. 160.

ANEXO 19. *Turnitin*

ANEXO 20. *Planos de ubicación*



Figura 110. Plano de ubicación (calicatas).

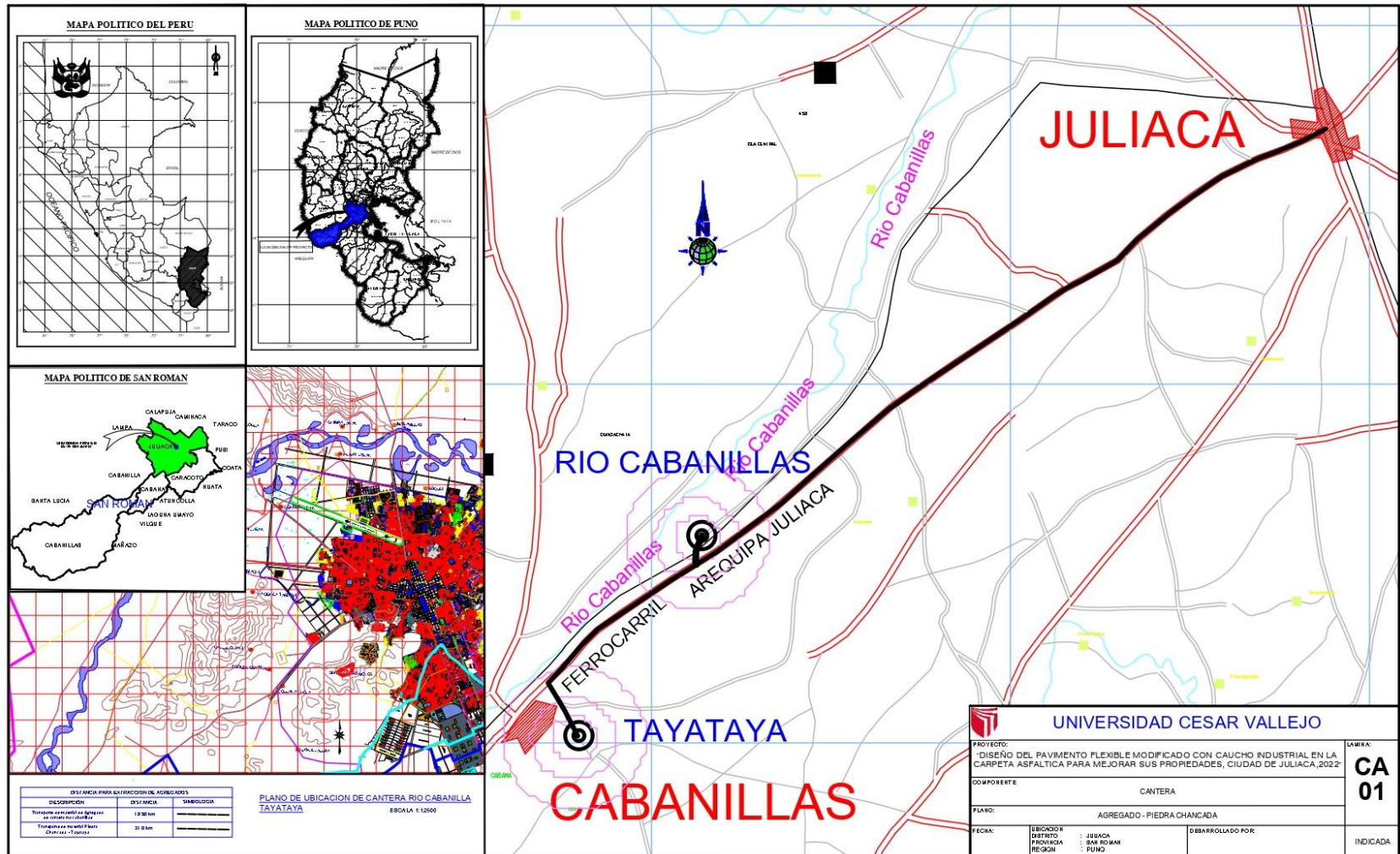


Figura 111. Plano de ubicación (canteras).

ANEXO 21. *Validación de instrumentos*

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL**

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REGISTRO N°:

REALIZADO POR :

FECHA DE ENSAYO :

TURNO :

**ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
ASTM D6927-15 / MTC E 504**

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada 1/2"	
Piedra Chancada 3/8"	
Arena Chancada 1/4"	
Arena Natural	
Filler	
% Suma	
G.A. (PEN)	

Lectura dia1	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)

Número de Pruebas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%				
2	% de Piedra Chancada 1/2" en Peso de la Mezcla	%				
3	% de Piedra Chancada 3/8" en Peso de la Mezcla	%				
4	% de Arena Chancada 1/4" en Peso de la Mezcla	%				
5	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%				
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%				
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.				
8	Peso Especifico Piedra Chancada 1/2" - Bulk	gr/cc.				
9	Peso Especifico Piedra Chancada 3/8" - Bulk	gr/cc.				
10	Peso Especifico Arena Chancada 1/4" - Bulk	gr/cc.				
11	Peso Especifico Arena Natural - Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico Filler - Bulk	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.				
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.				
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.				
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.				
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.				
19	Peso Especifico Máximo (Teórico) ASTM D-2041	gr/cc.				
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	$100[(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)]$	gr/cc.			
21	% de Vacíos	$100[(19-18)/19]$	%			
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	$(2+3+4+5+6)/[(2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)]$	gr/cc.			
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	$100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%			
24	% vacíos llenados con C.A.	$100[(23-21)/23]$	%			
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	$(2+3+4+5+6)/[(100/19 - 1/7)]$	gr/cc.			
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	$(100/7)*[(25-22)/(25/22)]$	%			
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%				
28	Flujo (0.01 pulg)	mm				
29	Estabilidad sin corregir					
30	Factor de Estabilidad					
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.				
32	Factor de Rigidez (28/26)	kg/cm.				
33	Número de Golpes por Capa					

[Firma]
Ignacio Elisban Valero Sarmiento
CIP. 70935
SUPERVISOR

[Firma]
GRUPO FER CONS.S.A.C.
Ing. Henry Lozano Poma
SUPERVISOR DE OBRA

[Firma]
Horacio B. Gómez Aquino
INGENIERO CIVIL
Roj. CTP 71174
SUPERVISOR DE OBRA

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL**

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REGISTRO N°:

REALIZADO POR :
FECHA DE ENSAYO :
TURNO :

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**

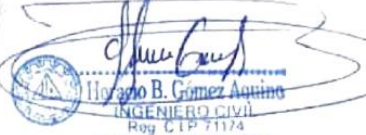
Componentes:
Bitumen
Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice=

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	
2.-	Peso agua + frasco	gr.	
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	
5.-	Volumen	gr.	
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	

GRUPO FER CONS S.A.C.

 Ing. Henry D. Choque Rivera
 RESIDENTE DE OBRA
 CIP N° 141388


 Horacio B. Gómez Aquino
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 71174
 SUPERVISOR DE OBRA


 Ignacio Elisban Valero Sarmiento
 CIP 70935
 SUPERVISOR

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL**

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°:


SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO :
TURNO : Diurno

**ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
ASTM D6927-15 / MTC E 504**

Número de Probetas	N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 % Adición de Caucho	%												
2 % C.A. en peso de la Mezcla	%												
3 Altura Promedio de la Probeta	cm.												
4 Peso de la briqueta en el Aire	gr.												
5 Peso de la briqueta Saturada	gr.												
6 Peso de la briqueta en el Agua	gr.												
7 Volumen de la briqueta por desplazamiento	c.c.												
8 Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.												
9 Promedio Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.												
10 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.												
11 % de Vacios	%												
12 Promedio % de Vacios	%												
13 Flujo (0,01 mm)	mm												
14 Flujo (0.01 pulg)	pulg												
15 Promedio Flujo (0.01 pulg)	pulg												
16 Estabilidad sin corregir													
17 Factor de Estabilidad													
18 Estabilidad corregida	kg.												
19 Promedio Estabilidad corregida	kg.												
20 Factor de Rigidez	kg/cm.												
21 Número de Golpes por Capa													


GRUPO FERCONS S.A.C.
FERCONS
Ing. Henry D. Choque Puma
RESIDENTE DE OBRA
CIP N° 141388


Horacio B. Gomez Aquino
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 71174
SUPERVISOR DE OBRA


Ignacio Elisban Valero Sarmiento
CIP 70935
SUPERVISOR

EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO ASTM D4867/D4867M-09 (2014), AASHTO T-283-03


PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR :**
UBICACIÓN DE PROY : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: I UNO **FECHA DE ENSAYO :**
TURNO : Diurno

ENSAYO			N°	04	05	06	01	02	03
				Grupo Saturado			Grupo Seco		
DIAMETRO	D	cm							
ESPESOR	f	cm							
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr.							
SSD DE LA MUESTRA	B	Gr.							
PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	C	Gr.							
VOLUMEN (B - C)	E	c.c.							
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	Gr/c.c.							
ASTM D-2041 : PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	Gr/c.c.							
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%							
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	c.c.							
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 " Hg, 5 a 16 min, agua destilada 60°C									
SSD DE LA MUESTRA	B'	Gr.							
PESODE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	Gr.							
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	c.c.							
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	c.c.							
SATURACION (100J' / I)		%							
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%							
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño María									
ESPESOR	f''	cm							
SSD DE LA MUESTRA	B''	Gr.							
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C''	Gr.							
VOLUMEN (B'' - C'')	E''	c.c.							
VOL. AGUA DE ABSORCION (B'' - A)	J''	c.c.							
SATURACION (100J'' / I)		%							
HINCHAMIENTO 100(E'' - E) / E		%							
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P''	Kg							
RESISTENCIA SECA 2P / IDPI	S _{1d}	Kg/cm ²							
RESISTENCIA HUMEDA 2P'' / I'' D PI	S _{1m}	Kg/cm ²							
RESISTENCIA RETENIDA *TSR 100 S _{1m} /S _{1d}		%							
Observaciones									
Mezcla sin Caucho industrial									


GRUPO PERCONS S.A.C.

Ing. Henry D. Choque Puma
 RESIDENTE DE OBRA
 CIP N° 141388


Horacio B. Gomez Aquino
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 71174
 SUPERVISOR DE OBRA


Ignacio Elisben Valero Sarmiento
 CIP 70935
 SUPERVISOR

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO


ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	
Solicitante	BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Solicitante
Ubicación de proyecto	DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	
Material		Turno:	Diurno
Código de muestra	---	Peso Inicial :	
Procedencia	---	Peso lavado :	
Sondaje / Calicata	---	Profundidad :	
N° de muestra	---	Norte :	
Progresiva	---	Este :	

MATERIAL :

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC - 2	
						Mínimo	Máximo
Nombre	mm						
4 in'	100.00 mm					-	-
3 1/2 in	90.00 mm					-	-
3 in	75.00 mm					-	-
2 1/2 in	63.00 mm					-	-
2 in	50.00 mm					-	-
1 1/2 in	37.50 mm					-	-
1 in	25.00 mm					-	-
3/4 in	19.00 mm					-	-
1/2 in	12.50 mm					-	-
3/8 in	9.50 mm					-	-
No. 4	4.75 mm					-	-
No. 10	2.00 mm					-	-
No. 20	850 µm					-	-
No. 40	425 µm					-	-
No. 80	180 µm					-	-
No. 100	150 µm					-	-
No. 200	75 µm					-	-
< No. 200	< No. 200					-	-


GRUPO FER CONS. S.A.C.
Ing. Henry D. Choque Puma
RESIDENTE DE OBRA
N° 141388


Horacio B. Gomez Aquino
INGENIERO CIVIL
Reg. C.T.P. 71174
SUPERVISOR DE OBRA


Ignacio Elisban Valero Sarmiento
CIP. 70935
SUPERVISOR

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE
AGREGADOS GRUESOS**

ASTM C127-15

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID

Ubicación de Proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

Material : Agregado Grueso

Registro N°:

Muestreado por : Laboratorio LH

Fecha de Ensayo:

Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : ---

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss		
2	Peso de la muestra sss sumergida		
3	Peso de la muestra secada al horno		

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Pe Bulk (Base seca)			
Pe Bulk (Base Saturada)			
Pe Aparente (Base seca)			
% Absorción = $100 \cdot ((A-D)/D)$			

GRUPO FER CONS S.A.C.

[Signature]

Ing. Henry D. Choque Pareda
RESIDENTE DE OBRA
CIP N° 141388

[Signature]

Horacio B. Gomez Aquino
INGENIERO CIVIL
Roj. CIP 71174
SUPERVISOR DE OBRA

[Signature]

Ignacio Elisban Valero Sarmiento
CIP. 70935
SUPERVISOR

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

ASTM C128-15

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID

Ubicación de Proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

Material : Agregado Fino

Registro N°:

Muestreado por : Laboratorio LH

Fecha de Ensayo:

Turno:

Código de Muestra : ---


Procedencia : ---

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

IDENTIFICACIÓN		1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)			
B	Peso Frasco + agua			
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS			
D	Peso del Mat. Seco			
Pe Bulk (Base seca)				
Pe Bulk (Base Saturada)				
Pe Aparente (Base seca)				
% Absorción = $100 \cdot ((A-D)/D)$				


GRUPO FER CONS S.A.C.
Ing. Henry D. Choque Puma
 RESIDENTE DE OBRA
 CIP N° 141388


Horacio B. Gomez Aquino
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 71174
 SUPERVISOR DE OBRA


Ignacio Elisbari Valero Sarmiento
 CIP 70935
 SUPERVISOR

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12e1 / ASTM D1883 - 16

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
Ubicación de proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REGISTRO N°: LH22-CERT-

Muestreado por : Laboratorio LH
Fecha de ensayo : 16/04/2022
Turno : Diurno

Código de muestra :
Procedencia :
Sondaje / Calicata :
N° de muestra :

Profundidad :
Norte :

Progresiva :

Este :

**Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
 (Ensayo de Proctor Modificado)**

METODO DE ENSAYO	C
Volumen Molde	2121 cm ³
Peso Molde	6553 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.					
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.					
Peso Volumetrico Humedo	gr.					
Recipiente Numero						
Peso de la Tara	gr.					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.					
Peso Suelo Seco + Tara	gr.					
Peso del agua	gr.					
Peso del suelo seco	gr.					
Contenido de agua	%					
Densidad Seca	gr/cc					

Densidad Máxima Seca:

gr/cm³.

Contenido Humedad Optima:


GRUPO FER CONS S.A.C.
Ingeniero Henry D. Choque Pizarra
RESIDENTE DE OBRA
 CIP N° 141328


Horacio B. Gomez Aquino
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 71174
SUPERVISOR DE OBRA


Ignacio Elisban Valero Sarmiento
 CIP 70935
SUPERVISOR

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

ASTM D1883 - 16

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
Ubicación de proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REGISTRO N°:
Muestreado por : Laboratorio LH
Fecha de ensayo :
Turno :

Código de muestra :
Procedencia :
Sondaje / Calicata :
N° de muestra :
Progresiva :

Profundidad :
Norte :
Este :

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4	5	6
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)			
Peso molde (gr.)			
Peso suelo compactado (gr.)			
Volumen del molde (cm ³)			
Densidad húmeda (gr /cm ³)			
Densidad Seca (gr./cm ³)			

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)				
Tara + suelo húmedo (gr.)				
Tara + suelo seco (gr.)				
Peso de agua (gr.)				
Peso de suelo seco (gr.)				
Humedad (%)				

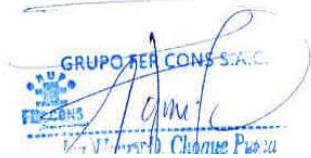
EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.150													
0.200													
0.300													
0.400													
0.500													

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante


GRUPO TER CONS S.A.C.
 Ingeniero Civil
 Calle 10 de Agosto, Chacabuco, Puno


Ignacio B. Gomez Aquino
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 71174
 SUPERVISOR DE OBRA


Ignacio Elisban Valero Sarmiento
 CIP 70935
 SUPERVISOR

ANEXO 22. *Certificados de calibración*

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA = LF = 0110 = 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1347-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente.
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	
3. Dirección	JR. HONDURAS MZA. B26 LOTE. 7B URB. TAPARACHI 1 SECTOR (AV AMERICA CON JR HONDURAS) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO MARSHALL	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	PERUTEST	CALIBRATEC S.A.C. 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 declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	PT-MRSCBR	
Número de Serie	109	
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGWEIGHT	
Modelo	315-X8	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-05-05	

Fecha de Emisión

2022-05-05

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📍 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0110 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDEI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de FUERZA de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.4 °C	21.4 °C
Humedad Relativa	75 % HR	75 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE N° 042-22 (A)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0110 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.8	499.9	500.3	500.5
20	1000	1001.7	1000.6	1000.6	1001.1
30	1500	1502.3	1500.4	1500.7	1501.4
40	2000	2002.4	2002.3	2000.8	2002.0
50	2500	2501.1	2501.1	2502.1	2501.4
60	3000	3002.4	3001.9	3001.4	3002.1
70	3500	3503.1	3505.7	3502.7	3503.7
80	4000	4002.5	4006.0	4004.0	4003.7
90	4500	4504.2	4507.2	4505.2	4505.2
100	5000	5003.4	5008.4	5006.4	5005.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
500	-0.09	0.18	-0.18	0.02	0.35
1000	-0.11	0.11	-0.11	0.01	0.35
1500	-0.10	0.13	-0.13	0.01	0.35
2000	-0.10	0.08	0.00	0.01	0.34
2500	-0.06	0.04	0.00	0.00	0.34
3000	-0.07	0.03	-0.02	0.00	0.34
3500	-0.10	0.09	0.07	0.00	0.34
4000	-0.09	0.09	0.09	0.00	0.34
4500	-0.12	0.07	0.07	0.00	0.34
5000	-0.11	0.10	0.10	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 068- 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	01446-2022
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA
3. Dirección	JR. HONDURAS MZA. B26 LOTE. 7B URB. TAPARACHI 1 SECTOR (AV AMERICA CON JR HONDURAS) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Equipo	BAÑO MARÍA
Alcance Máximo	99.9 °C
Marca	GREETMED
Modelo	DK-8A
Número de Serie	200807
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. 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 declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

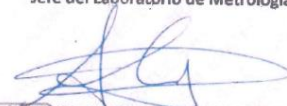
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Instrumento de medición	Controlador / Selector
Alcance	20 °C a 99.9 °C	22 °C a 99.9 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	TERMÓMETRO DIGITAL	CONTROLADOR DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2022-05-04**

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2022-05-04



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 068- 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SKM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.4 °C	21.4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 068 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)											
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60	59.8	60.4	59.9	59.8	59.7	59.9	59.7	59.9	59.9	59.9	59.9	0.7
02	60	60.0	60.5	60.1	59.9	59.8	60.1	59.9	60.1	60.0	59.9	60.0	0.7
04	60	59.9	60.5	60.0	59.8	59.9	60.0	59.8	60.0	60.0	60.0	60.0	0.7
06	60	60.0	60.6	60.0	59.9	60.0	60.1	60.0	60.0	59.9	60.1	60.1	0.7
08	60	59.7	60.2	59.7	59.6	59.5	59.9	59.6	59.7	59.7	59.6	59.7	0.7
10	60	59.9	60.5	59.9	59.8	59.7	59.9	59.9	59.9	59.8	59.7	59.9	0.8
12	60	59.5	60.2	59.6	59.4	59.6	59.7	59.6	59.7	59.6	59.7	59.7	0.8
14	60	59.7	60.3	59.6	59.6	59.7	59.9	59.7	59.6	59.7	59.8	59.8	0.7
16	60	60.0	60.6	60.1	59.9	59.8	60.2	59.9	60.1	60.1	59.9	60.1	0.8
18	60	59.8	60.5	60.0	59.7	59.8	60.1	59.8	60.0	59.8	59.8	59.9	0.8
20	60	59.9	60.5	59.9	59.8	59.9	60.0	59.8	59.8	59.8	60.0	59.9	0.7
22	60	59.9	60.4	59.8	59.8	59.8	59.9	59.8	59.8	59.9	59.9	59.9	0.6
24	60	59.7	60.3	59.6	59.6	59.6	59.9	59.6	59.6	59.7	59.7	59.7	0.7
26	60	59.7	59.1	59.7	59.5	59.6	60.0	59.5	59.6	59.6	59.8	59.6	0.9
28	60	59.9	60.5	60.0	59.8	59.8	60.2	59.9	60.0	59.9	60.0	60.0	0.7
30	60	59.9	60.4	59.9	59.7	59.7	59.9	59.8	59.9	59.7	59.8	59.9	0.7
32	60	60.0	60.6	60.1	59.9	59.8	60.0	60.0	60.1	60.0	60.0	60.1	0.8
34	60	59.8	60.4	59.9	59.7	59.7	59.9	59.8	59.9	59.8	59.7	59.9	0.7
36	60	59.9	60.5	59.8	59.8	59.7	60.0	59.9	59.8	59.8	59.8	59.9	0.8
38	60	59.6	60.3	59.5	59.5	59.5	59.9	59.6	59.6	59.6	59.6	59.7	0.8
40	60	59.6	59.1	59.6	59.5	59.6	59.7	59.6	59.7	59.7	59.7	59.6	0.6
42	60	59.7	60.3	59.9	59.6	59.7	59.9	59.7	59.9	59.7	59.8	59.8	0.7
44	60	60.1	60.6	60.1	60.0	60.0	60.2	60.0	60.0	60.1	60.0	60.1	0.6
46	60	59.9	60.5	60.0	59.8	59.8	60.0	60.0	60.0	59.9	59.9	60.0	0.7
48	60	59.9	60.5	59.9	59.7	59.8	60.0	59.9	59.9	59.8	59.8	59.9	0.8
50	60	59.8	60.4	59.8	59.8	59.7	59.9	59.8	59.8	59.9	59.8	59.9	0.7
52	60	59.7	60.4	59.6	59.6	59.5	60.0	59.8	59.8	59.7	59.6	59.8	0.9
54	60	60.0	60.6	59.9	59.9	59.8	60.2	60.0	59.9	60.0	59.9	60.0	0.8
56	60	60.0	60.5	60.1	59.9	59.9	60.0	60.0	60.1	60.0	60.0	60.1	0.6
58	60	59.9	60.4	59.9	59.7	59.8	60.0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	0.7
60	60	59.7	60.3	59.9	59.7	59.5	59.8	59.7	59.8	59.7	59.6	59.8	0.8
T.PROM	60.0	59.8	60.4	59.9	59.7	59.7	60.0	59.8	59.9	59.8	59.8	59.9	
T.MAX	60.0	60.1	60.6	60.1	60.0	60.0	60.2	60.0	60.1	60.1	60.1		
T.MIN	60.0	59.5	59.1	59.5	59.4	59.5	59.7	59.5	59.6	59.6	59.6		
DTT	0.0	0.6	1.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		



☎ 977 997 385 - 913 028 621
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623
 ☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ comercial@calibratec.com.pe
 🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 068- 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

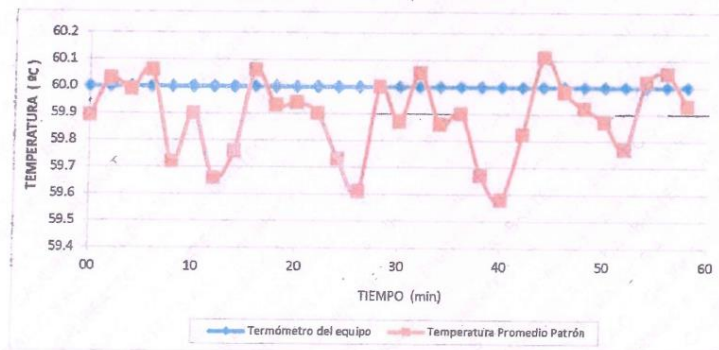
Página 4 de 5

Temperatura ambiental promedio 21.5 °C
Tiempo de calibración del equipo 1 hora
El controlador de temperatura se posicionó en 60°C

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	60.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	59.1	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0.6	0.1
Estabilidad Medida (±)	0.75	0.04
Uniformidad Medida	0.9	0.1

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 60 °C



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

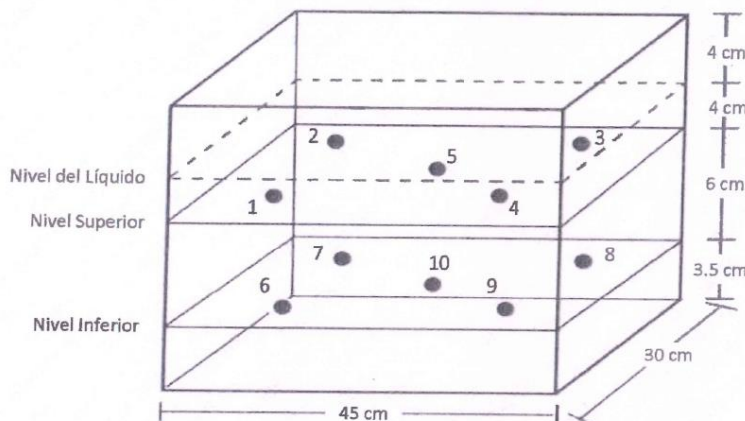
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 068- 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 3 cm de las paredes laterales y a 2 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT:

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📌 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION
CA - LM - 0145 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4


1. Expediente	01350-2022	Este informe documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	
3. Dirección	JR. HONDURAS MZA. B26 LOTE. 7B URB. TAPARACHI 1 SECTOR (AV AMERICA CON JR HONDURAS) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	CALIBRATEC S.A.C. 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 verificación aquí declarados. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El presente documento sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	200 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.01 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	MH-SERIES	
Modelo	MH-200	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	0.01 g	
Identificación	LM-0145	
5. Fecha de Verificación	2022-04-25	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-25


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CA - LM - 0145 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Verificación

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de verificación

Laboratorio de Masa de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B- Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.5 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la verificación son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA - LM - 0145 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Inicial Temperatura 20.5 °C			Final Temperatura 20.3 °C			
	Carga L1 = 100 g	ΔL (mg)	E (mg)	Carga L2 = 200 g	ΔL (mg)	E (mg)	
1	100.01	-	5	199.99	-	5	
2	100.00	-	5	200.00	-	15	
3	100.00	-	5	200.00	-	15	
4	100.00	-	5	200.00	-	15	
5	100.00	-	5	200.00	-	5	
Diferencia Máxima			0	Diferencia Máxima			10
Error Máximo Permissible			± 20	Error Máximo Permissible			± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20.3 °C	20.3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	60	60.00	-	5	0
2		60.00	-	5	0
3		60.00	-	5	0
4		60.00	-	5	0
5		60.00	-	5	0
Error máximo permisible					± 20



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA - LM - 0145 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20.4 °C	20.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p.* (±g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0	0.10	-	5						
0	0.20	-	5	0	0.20	-	5	0	10
1	1.00	-	5	0	1.00	-	5	0	10
10	10.00	-	5	0	10.00	-	5	0	10
40	40.00	-	5	0	40.00	-	5	0	10
80	80.00	-	5	0	80.00	-	5	0	20
100	100.00	-	5	0	99.99	-	5	0	20
120	120.00	-	5	0	119.99	-	5	0	20
150	150.00	-	5	0	149.99	-	5	0	20
180	180.00	-	5	0	179.99	-	5	0	20
200	200.00	-	5	0	200.00	-	5	0	30

* error máximo permisible

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 299 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. 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 declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8339530197	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.07.10 11:37:57
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 299 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16,0	16,5
Humedad Relativa (%)	58	60

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 299 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3	
2	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1	
3	15 000	0,2	0,3	30 000	0,7	-0,2	
4	15 000	0,3	0,2	30 000	0,7	-0,2	
5	15 000	0,3	0,2	30 000	0,6	-0,1	
6	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1	
7	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2	
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1	
10	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2	
Diferencia Máxima			0,4	Diferencia Máxima			0,2
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,6	-0,1		10 001	0,8	0,7	0,8
3	10,0 g	10	0,6	-0,1	10 000,0 g	9 999	0,3	-0,8	-0,7
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
Error máximo permisible								± 20,0	

* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 299 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	16,3 °C	16,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
20,0	20	0,8	-0,3	0,0	20	0,5	0,0	0,3	10,0
100,0	100	0,7	-0,2	0,1	100	0,5	0,0	0,3	10,0
500,0	500	0,7	-0,2	0,1	500	0,5	0,0	0,3	10,0
1 000,0	1 000	0,6	-0,1	0,2	1 000	0,4	0,1	0,4	10,0
5 000,1	5 000	0,6	-0,2	0,1	5 000	0,4	0,0	0,3	10,0
10 000,2	10 000	0,5	-0,2	0,1	10 001	0,8	0,5	0,8	20,0
15 000,3	15 000	0,4	-0,2	0,1	15 001	0,8	0,4	0,7	20,0
20 000,4	20 000	0,4	-0,3	0,0	20 001	0,9	0,2	0,5	20,0
25 000,5	25 000	0,4	-0,4	-0,1	25 001	0,8	0,2	0,5	30,0
30 000,6	30 000	0,3	-0,4	-0,1	30 000	0,3	-0,4	-0,1	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.ΔL: Carga adicional.
E: Error encontradoE₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.**LECTURA CORREGIDA**

: $R_{CORREGIDA} = R - 1,48 \times 10^{-6} \times R$

INCERTIDUMBRE

: $U = 2 \times \sqrt{2,21 \times 10^{-1} g^2 + 8,49 \times 10^{-10} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 300 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

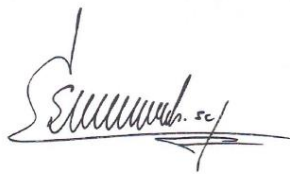
1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. 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 declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	6 200 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SJX6201/E	
Número de Serie	B835336209	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez
Raraz
Fecha: 2021.07.11
23:31:33 -05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 300 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 2da Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,0	19,5
Humedad Relativa (%)	59	63

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 300 - 2021

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	18,0 °C	19,5 °C

Medición nN°	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 6 000,0 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3 000	50	0	6 000	50	0	
2	3 000	50	0	6 000	50	0	
3	3 001	60	90	6 001	60	90	
4	3 000	50	0	6 000	50	0	
5	3 000	50	0	6 000	50	0	
6	3 000	50	0	6 001	60	90	
7	3 001	60	90	6 000	50	0	
8	3 000	50	0	6 000	50	0	
9	3 000	50	0	6 000	50	0	
10	3 000	50	0	6 001	60	90	
Diferencia Máxima			90	Diferencia Máxima			90
Error Máximo Permissible			± 300	Error Máximo Permissible			± 300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
	1
3	4

Posición de
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (L)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0 g	2 000	50	0	0
2		1,0	50	0		2 000	50	0	0
3		1,0	50	0		2 000	50	0	0
4		1,0	50	0		2 000	50	0	0
5		1,0	50	0		2 000	50	0	0
Error máximo permisible									± 200

* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 300 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	16,0 °C	16,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (mg)**
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0	0	1,0	50	0	0	100
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	50	0	0	100
20,0	20,0	50	0	0	20,0	50	0	0	100
50,0	50,0	50	0	0	50,0	50	0	0	100
100,0	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,0	2 000,0	50	0	0	2 000,0	50	0	0	200
4 000,0	4 000,0	50	0	0	4 000,0	50	0	0	300
5 000,0	5 000,0	50	0	0	5 000,0	50	0	0	300
6 200,0	6 200,0	50	0	0	6 200,0	50	0	0	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.ΔL: Carga adicional.
E: Error encontradoE_o: Error en cero.
E_c: Error corregido.**LECTURA CORREGIDA**: R CORREGIDA = $R + 0,00000494 \times R$ **INCERTIDUMBRE**: $U = 2 \times \sqrt{0,00450 \text{ g}^2 + 0,0000000092 \times R^2}$ **12. Incertidumbre**

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 115 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C	
Marca	A&A INSTRUMENTS	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente.
Modelo	STHX-1A	
Número de Serie	190548	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. 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 declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-07-09

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.07.10 11:43:53
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 115 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Calle Santa Luisa 106, Ate - Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	16,5 °C	17,1 °C
Humedad Relativa	55 %	56 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 110 ° C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
Fluke Corporation C0721069		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 115 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	106,2	109,6	108,8	107,2	108,6	110,7	113,9	111,3	108,5	108,6	109,3	7,6
02	110,0	106,2	109,7	109,0	107,4	108,8	110,6	114,0	111,4	108,4	108,7	109,4	7,7
04	110,0	106,0	109,9	109,0	107,5	108,9	110,5	114,0	111,5	108,3	108,7	109,4	7,9
06	110,0	106,1	109,7	108,9	107,4	108,8	110,5	114,1	111,4	108,2	108,7	109,4	7,9
08	110,0	106,2	109,8	109,1	107,6	108,9	110,6	114,4	111,4	108,4	108,6	109,5	8,1
10	110,0	106,1	109,9	108,9	107,5	108,8	110,7	114,4	111,4	108,3	108,6	109,5	8,2
12	110,0	106,0	109,7	108,9	107,6	108,7	110,8	114,5	111,4	108,3	108,5	109,4	8,4
14	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,9	110,8	114,3	111,5	108,3	108,5	109,5	8,1
16	110,0	106,2	109,8	108,9	107,5	108,8	110,6	114,3	111,4	108,1	108,4	109,4	8,0
18	110,0	106,1	109,8	109,0	107,5	108,9	110,8	114,4	111,5	108,2	108,5	109,5	8,2
20	110,0	106,1	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,2	111,4	108,1	108,6	109,4	8,0
22	110,0	106,1	109,6	108,9	107,5	108,8	110,5	114,2	111,5	108,2	108,5	109,4	8,0
24	110,0	106,3	109,7	109,0	107,6	108,8	110,7	114,3	111,3	108,3	108,6	109,5	7,9
26	109,9	106,2	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,2	111,4	108,3	108,5	109,4	7,9
28	110,0	106,1	109,6	109,0	107,4	108,7	110,7	114,1	111,3	108,2	108,4	109,3	7,9
30	110,0	106,2	109,6	109,0	107,4	108,7	110,7	114,1	111,3	108,2	108,5	109,4	7,8
32	110,0	106,0	109,8	109,0	107,5	108,7	110,7	114,1	111,3	108,3	108,6	109,4	8,0
34	110,0	105,9	110,0	108,9	107,4	108,8	110,6	114,2	111,3	108,1	108,5	109,4	8,2
36	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,7	110,5	114,3	111,4	108,1	108,6	109,4	8,1
38	110,0	106,0	109,9	109,0	107,5	108,8	110,6	114,2	111,3	108,1	108,6	109,4	8,1
40	110,0	106,1	109,8	108,9	107,5	108,8	110,6	114,3	111,4	108,2	108,6	109,4	8,1
42	110,0	106,1	109,8	109,0	107,4	108,7	110,5	114,2	111,3	108,1	108,6	109,4	8,0
44	110,0	106,2	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,1	111,3	108,2	108,5	109,4	7,8
46	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,7	110,5	114,2	111,4	108,1	108,4	109,4	8,0
48	110,0	106,1	109,7	108,9	107,6	108,7	110,6	114,3	111,2	108,1	108,3	109,3	8,1
50	110,0	106,1	109,7	108,8	107,5	108,7	110,5	114,2	111,3	108,1	108,2	109,3	8,0
52	110,0	106,2	109,8	109,0	107,6	108,8	110,6	114,3	111,4	108,1	108,3	109,4	8,0
54	110,0	106,1	109,6	108,9	107,5	108,6	110,7	114,2	111,3	108,2	108,4	109,3	8,0
56	110,0	106,1	109,6	108,8	107,5	108,6	110,6	114,2	111,4	108,1	108,5	109,3	8,0
58	110,0	106,1	109,6	108,8	107,5	108,5	110,6	114,2	111,4	108,1	108,4	109,3	8,0
60	110,1	106,1	109,6	108,8	107,5	108,6	110,5	114,1	111,3	108,1	108,5	109,3	7,9
T.PROM	110,0	106,1	109,7	108,9	107,5	108,8	110,6	114,2	111,3	108,2	108,5	109,4	
T.MAX	110,1	106,3	110,0	109,1	107,6	108,9	110,8	114,5	111,5	108,5	108,7		
T.MIN	109,9	105,9	109,6	108,8	107,2	108,5	110,5	113,9	111,2	108,1	108,2		
DTT	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,5		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 115 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,5	0,2
Mínima Temperatura Medida	105,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,6	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,0	0,1
Estabilidad Medida (±)	0,3	0,04
Uniformidad Medida	8,4	0,1

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,03 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

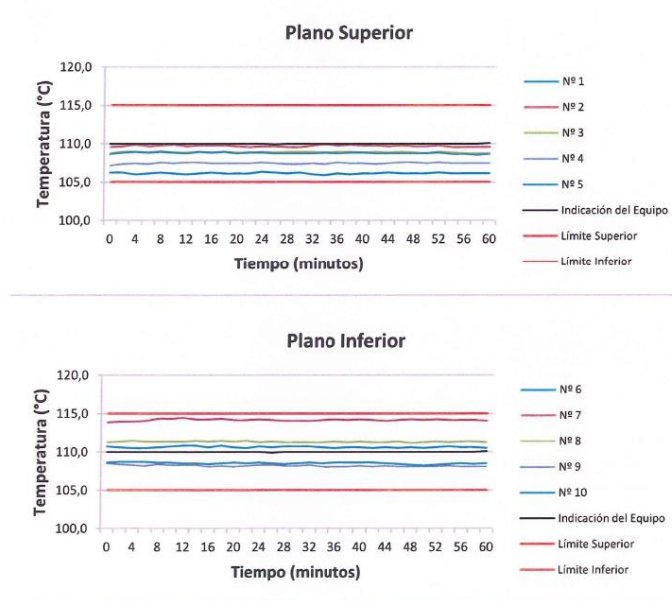
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 115 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

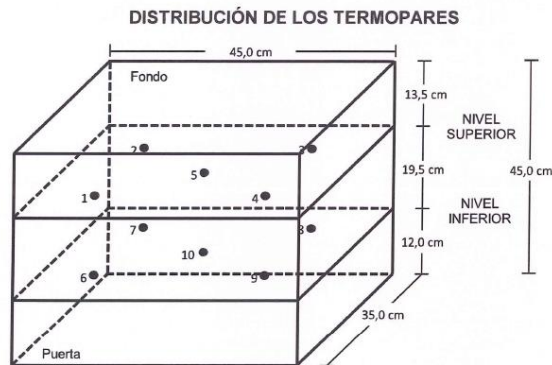
Página 5 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 115 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 6



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 116 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 3

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente.
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C	
Div. de escala / Resolución	0,1 °C	
Marca	CONTROL COMPANY	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. 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 declarados.
Modelo	4353	
Número de Serie	181528649	
Procedencia	U.S.A.	
Elemento Sensor	TERMISTOR	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.07.10 11:43:21
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 116 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	17,5 °C	17,7 °C
Humedad Relativa	47,2 %	48,3 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,025 °C hasta 0,04 °C	DM INACAL LT-256-2020
		DM INACAL LT-255-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 116 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
9,9	9,78	-0,12	0,14
20,0	19,75	-0,25	0,14
40,5	40,19	-0,31	0,14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue 140 mm de aproximadamente.**Nota 2.-** Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin de documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 141 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

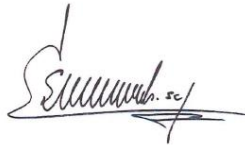
1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. 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 reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA CBR - EQUIPO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	TÉCNICAS	
Modelo	TCP051	
Número de Serie	0168	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. 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 declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.07.10 11:48:44
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 141 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,3 °C	15,5 °C
Humedad Relativa	58 % HR	57 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 024-21B

10. Observaciones

- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: ZEMIC, Modelo: H3-C3-5. 0t-6B y Serie: UC095095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 141 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500,0	498,0	498,0	498,5	498,2
20	1000,0	998,0	997,5	998,0	997,8
30	1500,0	1499,0	1498,5	1498,5	1498,7
40	2000,0	2000,2	1999,5	2000,0	1999,9
50	2500,0	2504,2	2503,5	2503,7	2503,8
60	3000,0	3005,0	3005,5	3005,5	3005,3
70	3500,0	3507,5	3508,5	3508,0	3508,0
80	4000,0	4011,0	4010,5	4010,5	4010,7
90	4500,0	4515,3	4515,0	4514,5	4514,9
100	5000,0	5019,2	5019,5	5018,5	5019,1
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500,0	0,37	0,10	---	0,02	0,21
1000,0	0,22	0,05	---	0,01	0,21
1500,0	0,09	0,03	---	0,01	0,21
2000,0	0,01	0,04	---	0,01	0,21
2500,0	-0,15	0,03	---	0,00	0,21
3000,0	-0,18	0,02	---	0,00	0,21
3500,0	-0,23	0,03	---	0,00	0,21
4000,0	-0,27	0,01	---	0,00	0,21
4500,0	-0,33	0,02	---	0,00	0,21
5000,0	-0,38	0,02	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE DE COMPACTACIÓN MARSHALL

MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

CLIENTE: MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

El molde de Compactación Marshall ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas: Norma de ensayo: ASTM D- 1559



Construido	Acero Zincado
Diámetro Interior	101,6 mm
Altura	76,2 mm
Serie	1516 - 1533

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.

Av. Santa Ana Mz. H Lt. 2 Urd. San Diego - SMP
Teléf. (01) 5402790 Anexo. 120
Móvil. RPC: 999910365/999906182/995996112
E-mail. ventas@tecnicascp.com.pe
Web. www.tecnicascp.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE FABRICACIÓN
PEDESTAL PARA COMPACTACIÓN MARSHALL
MANUFACTURADO POR**

**PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO**

Tipo de madera	Pino 203 mm x 203 mm x 457 mm
Placa de acero	305 mm x 305 mm x 25 mm
Sistema de sujeción	Resortes por tensión
Número de serie	003

El pedestal para compactación Marshall ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 1559

Nota: Para su correcta instalación el pedestal deberá estar anclado sobre una base de concreto de 10 cm de espesor sobre el suelo.

Aprobado:

Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

FICHA TECNICA
CANASTA PARA DENSIDAD
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Accesorio para la determinación de gravedad específica de concreto fresco y endurecido y agregados.

ESTANDARES: EN 1097-6, 12390-7

DIMENSIONES:

Todas las dimensiones están en milímetros:



MODELO	TCP-008
Diámetro	200 mm
Diámetro Malla	3.5 mm
Profundidad	200 mm
Serie	AA01

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO AGRICOLA
Ing. del Colegio de Ingenieros "P" 1954

Ing. Angel Robles Orellana



TECNICAS CP
SAC

Av. Serita Aite Mz. H Lt.2, San Diego, Urb. San Diego.
Telf.: 540-2790 Anexo 131
RPC: 964312906
E-mail: mantenimiento@tecnicacp.com.pe
WWW.tecnicacp.com.pe



FICHA TECNICA
MOLDE DE ESTABILIDAD MARSHALL

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

CLIENTE: MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Este equipo ha sido fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de la norma: ASTM D 1559

DIMENSIONES:



Marca	Técnicas cp
Modelo	TCP808
Diametro interno	101.6mm
Base de disco	152.4mm
Altura	76.2mm

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.

CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 2/21/2019
3"BS8F878994



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 3/26/2019
2.5"BS8F873112

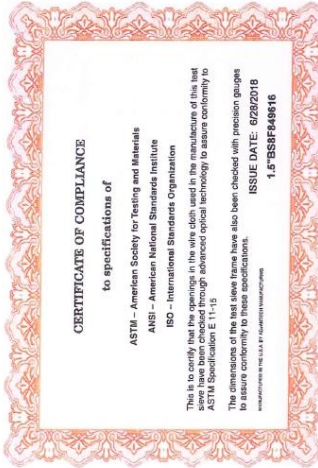


CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 2/21/2019
2"BS8F875288



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 2/20/2019
1.0"BS8F873135



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 11/26/2018
3/4"BS8F862818



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 11/26/2018
17*BS8F871094



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 2/20/2019
38*BS8F873882



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11 – 15

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

ISSUE DATE: 6/21/2018
4BS8F48972

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ASTM/AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 3/21/2019
8BS8F81166



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11 – 15

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

ISSUE DATE: 02/22/2018
10BS8F86867

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 12/12/2018
16BS8F86839



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 2/21/2019
20BSBF75473

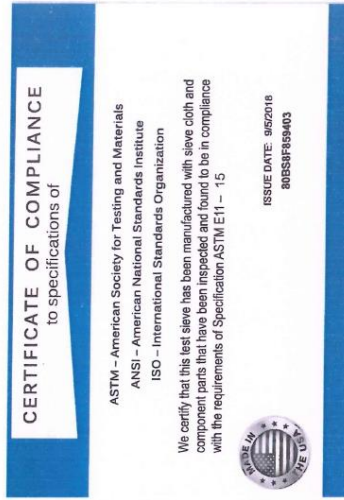
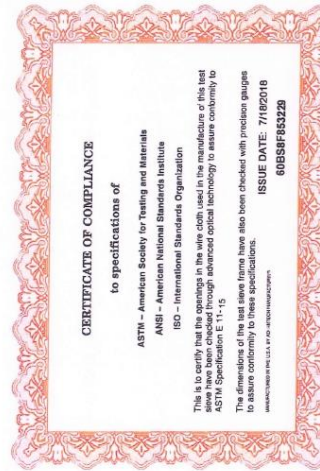
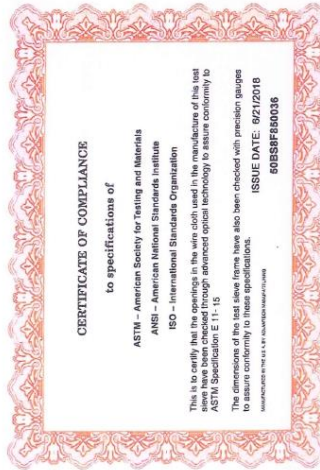
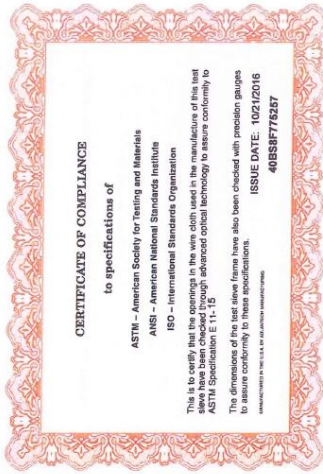


CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 1/22/2019
30BSBF77231




CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

We certify that this sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15

ISSUE DATE: 01/02/2018
200BSF861201



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11-15.

The openings of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

ISSUE DATE: 07/21/2018
100BSF850040

ANEXO 23. *Resultados de laboratorio*



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12e1 / ASTM D1883 - 16

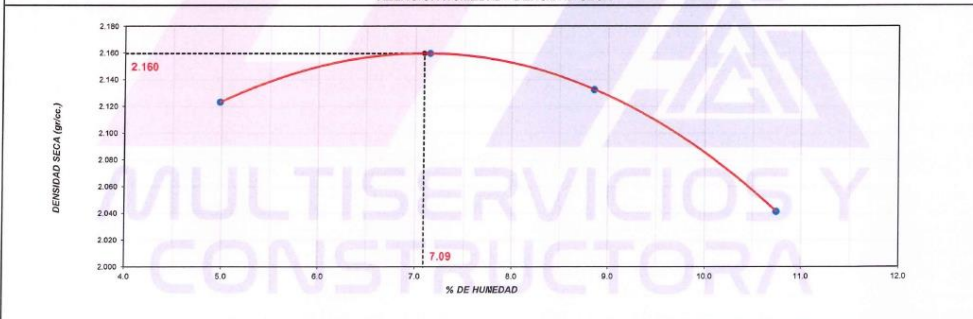
Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Laboratorio LH
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de ensayo :	16/04/2022
		Turno :	Diurno
Código de muestra	: M - 1	Profundidad :	1.50 Metros
Procedencia	: AV. LAMPA (SALIDA LAMPA) – MARGEN IZQUIERDO	Norte :	8288264 m
Sondaje / Calicata	: C - 1	Este :	375518 m
N° de muestra	: 01		
Progresiva	: KM: 0+950.00		

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
 (Ensayo de Proctor Modificado)

METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm ³				
Peso Molde		6553 gr.				
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,281	11,461	11,477	11,348	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,728	4,908	4,924	4,795	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,229	2,314	2,322	2,261	
Recipiente Numero		A-01	A-02	A-03	A-04	
Peso de la Tara	gr.	106.4	95.3	95.9	95.1	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	687.8	583.8	661.2	676.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	660.2	551.2	615.2	619.8	
Peso del agua	gr.	27.6	32.6	46.0	56.4	
Peso del suelo seco	gr.	554	456	519	525	
Contenido de agua	%	5.0	7.2	8.9	10.7	
Densidad Seca	gr/cc	2.123	2.160	2.133	2.041	

Densidad Máxima Seca: 2.160 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 7.09 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Guazabal
 TECNICO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 R.N.T. 02436007



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE VALIDEZ SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

ASTM D1883 - 16

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
Ubicación de proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
REGISTRO N° : LH22-CERT-121
Muestreado por : Laboratorio LH
Fecha de ensayo : 22/04/2022
Turno : Diurno
Código de muestra : M - 1
Procedencia : AV. LAMPA (SALIDA LAMPA) – MARGEN IZQUIERDO
Sondaje / Calicata : C - 1
N° de muestra : 01
Progresiva : KM: 0+950.00
Profundidad : 1.50 Metros
Norte : 8288264 m
Este : 375518 m

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Moide N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	13,281	13,640	13,281	13,715	12,899	13,543
Peso molde (gr.)	8,336	8,336	8,507	8,507	8,510	8,510
Peso suelo compactado (gr.)	4,945	5,304	4,774	5,208	4,389	5,033
Volumen del molde (cm³)	2,135	2,135	2,135	2,135	2,140	2,140
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,316	2,484	2,236	2,439	2,051	2,352
Densidad Seca (gr./cm³)	2,163	2,231	2,088	2,158	1,915	2,032

CONTENIDO DE HUMEDAD

	4	5	6
Peso de tara (gr.)	33.7	33.8	33.8
Tara + suelo húmedo (gr.)	341.9	312.6	250.9
Tara + suelo seco (gr.)	321.5	284.2	236.5
Peso de agua (gr.)	20.4	28.4	14.4
Peso de suelo seco (gr.)	287.8	250.4	202.7
Humedad (%)	7.1	11.3	7.1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
18-Abr	08:50										
19-Abr	08:50	24	5	0.13	0.11	4	0.10	0.09	6	0.15	0.13
20-Abr	08:50	48	5	0.13	0.11	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
21-Abr	08:50	72	5	0.13	0.11	5	0.13	0.11	8	0.20	0.17
22-Abr	08:50	96	6	0.15	0.13	5	0.13	0.11	8	0.20	0.17

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 4				Moide N° 5				Moide N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		214	10.6			201	10.0			132	6.5		
0.050		421	20.8			321	15.9			213	10.5		
0.075		618	30.6			515	25.5			412	20.4		
0.100	70.307	880	43.6	43.6	61.9	696	34.5	34.7	49.4	539	26.7	26.9	38.3
0.150		1342	66.4			1054	52.2			832	41.2		
0.200	105.460	1661	82.2	82.4	78.1	1342	66.4	67.4	63.9	1065	52.7	52.3	49.6
0.300		2051	101.6			1721	85.2			1282	63.5		
0.400		2135	105.7			1798	89.0			1325	65.6		
0.500		2142	106.1			1799	89.1			1425	70.6		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Plaza
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

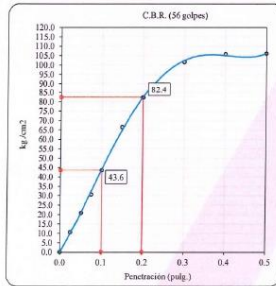
ASTM D1883 - 16

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Laboratorio LH
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de ensayo :	20/04/2022
		Turno :	Diurno
Código de muestra	: M - 1		
Procedencia	: AV. LAMPA (SALIDA LAMPA) - MARGEN IZQUIERDO	Profundidad :	1.50 Metros
Sondaje / Calicata	: C - 1	Norte :	8288264 m
N° de muestra	: 01	Este :	375518 m
Progresiva	: KM: 0+950.00		

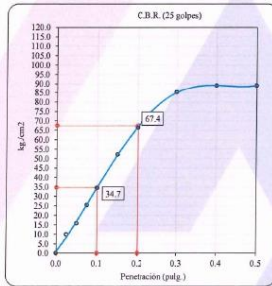
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

DATOS DE MUESTRA

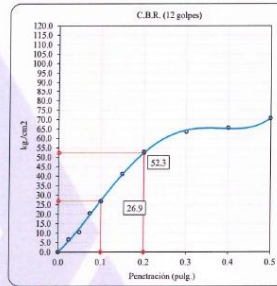
Máxima Densidad Seca $\frac{2.160 \text{ gr./cm}^3}{2.052 \text{ gr./cm}^3}$ Óptimo Contenido de Humedad 7.09%



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 61.9 %

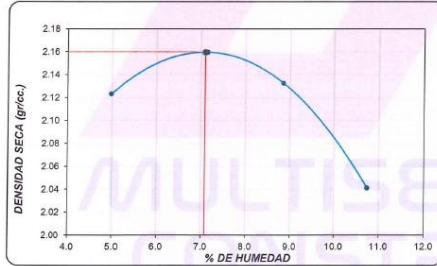


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 49.4 %



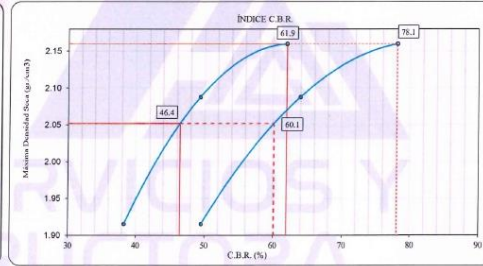
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 38.3 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 61.9 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 46.4 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 78.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 60.1 %

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Blazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12e1 / ASTM D1883 - 16

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
Ubicación de proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
REGISTRO N°: LH22-CERT-121
Muestreado por : Laboratorio LH
Fecha de ensayo : 16/04/2022
Turno : Diurno

Código de muestra : M - 2
Procedencia : AV. LAMPA (SALIDA LAMPA) - MARGEN DERECHO
Sondaje / Calicata : C - 2
N° de muestra : 01
Progresiva : KM: 1+270.25
Profundidad : 1.50 Metros
Norte : 8288460 m
Este : 375293 m

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
 (Ensayo de Proctor Modificado)

METODO DE ENSAYO C

Volumen Molde 2121 cm³.
 Peso Molde 6553 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,993	11,256	11,273	11,191	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,440	4,703	4,720	4,638	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,093	2,217	2,225	2,187	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	27.0	34.0	33.0	29.0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	154.0	118.0	137.2	173.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	148.0	112.1	128.4	158.8	
Peso del agua	gr.	6.0	5.9	8.8	14.2	
Peso del suelo seco	gr.	121	78	95	130	
Contenido de agua	%	5.0	7.6	9.2	10.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.994	2.062	2.037	1.971	

Densidad Máxima Seca: 2.062 gr/cm³. Contenido Humedad Optima: 7.53 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- + --
- + --

Washington Rodríguez Olazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436407

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 CIP: 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

ASTM D1883 - 16

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
 Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
 Ubicación de proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
 REGISTRO N°: LH22-CERT-121
 Muestreado por : Laboratorio LH
 Fecha de ensayo : 22/04/2022
 Turno : Diurno

Código de muestra : M - 2
 Procedencia : AV. LAMPA (SALIDA LAMPA) - MARGEN DERECHO
 Sondaje / Calicata : C - 2
 N° de muestra : 01
 Progresiva : KM: 1+270.25
 Profundidad : 1.50 Metros
 Norte : 8288460 m
 Este : 375293 m

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Peso suelo + molde (gr.)	12,546	12,706	12,481	12,927	11,836	12,344
Peso molde (gr.)	7,848	7,848	8,240	8,240	7,852	7,852
Peso suelo compactado (gr.)	4,698	4,858	4,241	4,687	3,984	4,492
Volumen del molde (cm³)	2,120	2,120	2,115	2,115	2,125	2,125
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.216	2.292	2.005	2.216	1.875	2.114
Densidad Seca (gr./cm³)	2.061	2.104	1.865	2.028	1.744	1.892

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	33.7	26.7	34.4	33.9	33.7	33.9
Tara + suelo húmedo (gr.)	291.8	226.9	322.4	287.4	291.8	278.3
Tara + suelo seco (gr.)	273.8	210.5	302.3	265.9	273.8	252.7
Peso de agua (gr.)	18.0	16.4	20.1	21.5	18.0	25.6
Peso de suelo seco (gr.)	240.1	183.8	267.9	232.0	240.1	218.8
Humedad (%)	7.5	8.9	7.5	9.3	7.5	11.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
18-Abr	18:40										
19-Abr	18:40	24	5	0.13	0.11	4	0.09	0.08	4	0.11	0.09
20-Abr	18:40	48	5	0.13	0.11	4	0.09	0.08	4	0.11	0.09
21-Abr	18:40	72	5	0.13	0.11	4	0.09	0.08	4	0.11	0.09
22-Abr	18:40	96	5	0.13	0.11	4	0.09	0.08	4	0.11	0.09

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		172	8.5			100	4.9			96	4.8		
0.050		552	27.3			278	13.8			192	9.5		
0.075		812	40.2			457	22.6			280	13.9		
0.100	70.307	1017	50.3	50.7	72.1	660	32.7	38.2	54.3	369	18.3	26.3	37.4
0.150		1476	73.1			1044	51.7			651	32.2		
0.200	105.460	1936	95.8	95.2	90.3	1430	70.8	74.8	70.9	937	46.4	51.6	48.9
0.300		2822	139.7			1966	97.3			1325	65.6		
0.400		3835	189.9			2427	120.2			1462	72.4		
0.500		4746	235.0			2813	139.3			1685	83.4		

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Obayabal
 TECNICO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



Juan Manuel Friznacho Aguirre
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

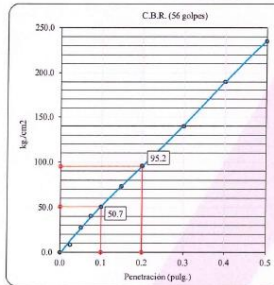
ASTM D1883 - 16

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES. CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Laboratorio LH
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de ensayo :	22/04/2022
		Turno :	Diurno
Código de muestra	: M - 2	Profundidad :	1.50 Metros
Procedencia	: AV. LAMPA (SALIDA LAMPA) - MARGEN DERECHO	Norte :	8288460 m
Sondaje / Calicata	: C - 2	Este :	375293 m
N° de muestra	: 01		
Progresiva	: KM: 1+270.25		

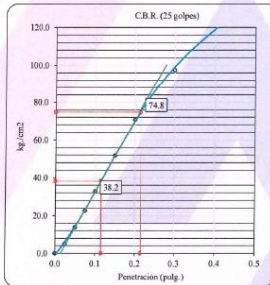
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

DATOS DE MUESTRA

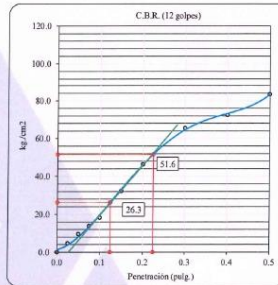
Máxima Densidad Seca _____ 2.062 gr/cm³ Optimo Contenido de Humedad _____ 7.53 %
 Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.959 gr/cm³



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES: 72.1 %

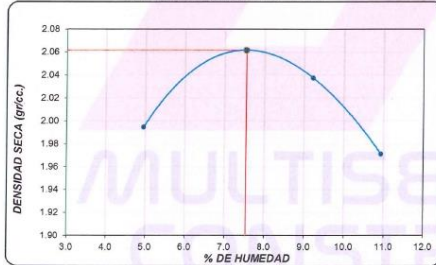


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 54.3 %



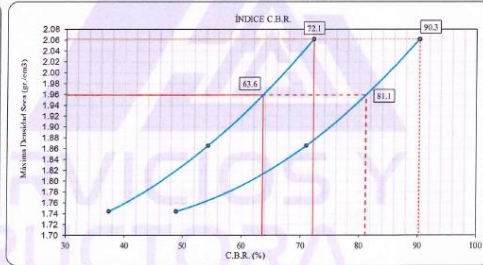
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES: 37.4 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 72.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 63.6 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 90.3 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 81.1 %

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Blazabal
 T.E.C. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizancha Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Solicitante
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: Piedra Chancada 1/2"	Turno:	Diurno
Código de muestra	: ---	Peso inicial :	2206.00
Procedencia	: TAYATAYA - CHANCADORA JESERVI	Peso lavado :	2206.00
Sondaje / Calicata	: ---	Profundidad :	---
N° de muestra	: ---	Norte :	---
Progresiva	: ---	Este :	---

MATERIAL : Piedra Chancada 1/2"

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC - 2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm	545.0	24.71	24.71	75.29	-	-
3/8 in	9.50 mm	761.0	34.50	59.20	40.80	-	-
No. 4	4.75 mm	874.0	39.62	98.82	1.18	-	-
No. 10	2.00 mm	13.0	0.59	99.41	0.59	-	-
No. 20	850 µm	13.0	0.59	100.00	-	-	-
No. 40	425 µm			100.00	-	-	-
No. 80	180 µm			100.00	-	-	-
No. 100	150 µm			100.00	-	-	-
No. 200	75 µm			100.00	-	-	-
< No. 200	< No. 200			100.00	-	-	-



Washington Rodríguez Olazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Frizone Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Solicitante
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: Piedra Chancada 3/8"	Turno:	Diurno
Código de muestra	: ---	Peso inicial :	1349.00
Procedencia	: TAYATAYA - CHANCADORA JESERVI	Peso lavado :	1334.00
Sondaje / Calicata	: ---	Profundidad :	---
N° de muestra	: ---	Norte :	---
Progresiva	: ---	Este :	---

MATERIAL : Piedra Chancada 3/8"

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC - 2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm	623.0	46.18	46.18	53.82	-	-
No. 4	4.75 mm	351.0	26.02	72.20	27.80	-	-
No. 10	2.00 mm	312.0	23.13	95.33	4.67	-	-
No. 20	850 µm	22.0	1.63	96.96	3.04	-	-
No. 40	425 µm	16.0	1.19	98.15	1.85	-	-
No. 80	180 µm	10.0	0.74	98.89	1.11	-	-
No. 100	150 µm			98.89	1.11	-	-
No. 200	75 µm			98.89	1.11	-	-
< No. 200	< No. 200	15.0	1.11	100.00		-	-



Washington Rodríguez Olazabal
 TECNICO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAGAMENTOS
 CIP. 45130

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

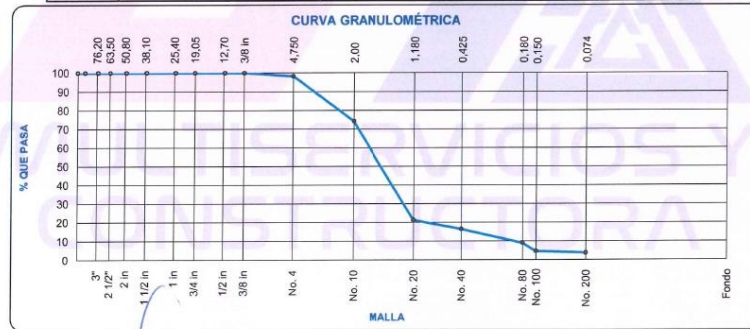
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Solicitante
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: Arena Chancada 1/4"	Turno:	Diurno
Código de muestra	: ---	Peso inicial :	847.00
Procedencia	: TAYATAYA - CHANCADORA JESERVI	Peso lavado :	814.81
Sondaje / Calicata	: ---	Profundidad :	---
N° de muestra	: ---	Norte :	---
Progresiva	: ---	Este :	---

MATERIAL : Arena Chancada 1/4"

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC - 2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm	14.4	1.70	1.70	98.30	-	-
No. 10	2.00 mm	204.1	24.10	25.80	74.20	-	-
No. 20	850 µm	448.1	52.90	78.70	21.30	-	-
No. 40	425 µm	40.7	4.80	83.50	16.50	-	-
No. 80	180 µm	61.8	7.30	90.80	9.20	-	-
No. 100	150 µm	37.3	4.40	95.20	4.80	-	-
No. 200	75 µm	8.5	1.00	96.20	3.80	-	-
< No. 200	< No. 200	32.2	3.80	100.00		-	-



Washington Rodríguez Olazabal
 TECNICO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI: 02436107



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por	: Solicitante
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: Arena Natural	Turno:	Diurno
Código de muestra	: ---	Peso inicial	: 1505.00
Procedencia	: RIO CABANILLAS - CHANCADORA JESERVI	Peso lavado	: 1473.40
Sondaje / Calicata	: ---	Profundidad	: ---
N° de muestra	: ---	Norte	: ---
Progresiva	: ---	Este	: ---

MATERIAL : Arena Natural

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC - 2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in"	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm	130.9	8.70	8.70	91.30	-	-
No. 10	2.00 mm	194.1	12.90	21.60	78.40	-	-
No. 20	850 µm	118.9	7.50	29.50	70.50	-	-
No. 40	425 µm	111.4	7.40	36.90	63.10	-	-
No. 80	180 µm	702.8	46.70	83.60	16.40	-	-
No. 100	150 µm	111.4	7.40	91.00	9.00	-	-
No. 200	75 µm	103.8	6.90	97.90	2.10	-	-
< No. 200	< No. 200	31.6	2.10	100.00		-	-



Washington Rodríguez Olazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Prizanocho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

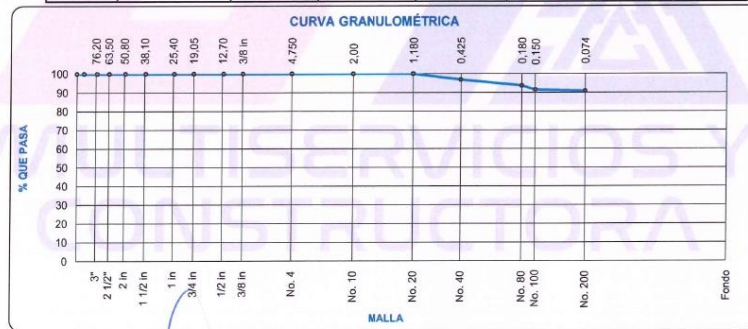
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por:	Solicitante
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: Filler	Turno:	Diurno
Código de muestra	: ---	Peso inicial:	482.00
Procedencia	: CAL	Peso lavado:	44.34
Sondaje / Calicata	: ---	Profundidad:	---
N° de muestra	: ---	Norte:	---
Progresiva	: ---	Este:	---

MATERIAL : Filler

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC - 2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm				100.00	-	-
No. 10	2.00 mm				100.00	-	-
No. 20	850 µm				100.00	-	-
No. 40	425 µm	15.4	3.20	3.20	96.80	-	-
No. 80	180 µm	14.9	3.10	6.30	93.70	-	-
No. 100	150 µm	10.6	2.20	8.50	91.50	-	-
No. 200	75 µm	3.4	0.70	9.20	90.80	-	-
< No. 200	< No. 200	437.7	90.80	100.00		-	-



Washington Rodríguez Olazabal
 TECNICO EN SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 DNI. 02434007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Prizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022 **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121

Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **Muestreado por :** Solicitante

Ubicación de proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **Fecha de Ensayo:** 15/04/2022

Material : COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADOS **Turno:** Diurno

Código de muestra : ---

Procedencia : Material Chancado: TAYATAYA, Arena Natural: RIO CABANILLAS, Filler: CAL

Sondaje / Calicata : ---

N° de muestra : ---

Progresiva : ---

MATERIAL : COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADOS

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Piedra Chancada 1/2"	Piedra Chancada 3/8"	Árena Chancada 1/4"	Arena Natural	Filler	%	MAC-2	
Nombre	mm	25.00%	15.00%	35.00%	20.00%	5.00%	100.00%	Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
3 in	75.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
2 in	50.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
1 in	25.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	75.3	100.00	100.00	100.00	100.00	93.82	80.00	100.00
3/8 in	9.50 mm	40.8	53.82	100.00	100.00	100.00	78.27	70.00	88.00
No. 4	4.75 mm	1.2	27.80	98.30	91.30	100.00	62.13	51.00	68.00
No. 10	2.00 mm	0.6	4.67	74.20	78.40	100.00	47.50	38.00	52.00
No. 20	850 µm		3.04	21.30	70.50	100.00	27.01	-	-
No. 40	425 µm		1.85	16.50	63.10	96.80	23.51	17.00	28.00
No. 80	180 µm		1.11	9.20	16.40	93.70	11.35	8.00	17.00
No. 100	150 µm		1.11	4.80	9.00	91.50	8.22	-	-
No. 200	75 µm		1.11	3.80	2.10	90.80	6.46	4.00	8.00
< No. 200	< No. 200								



Washington Rodríguez Olazabal
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



Juan Manuel Franchino Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

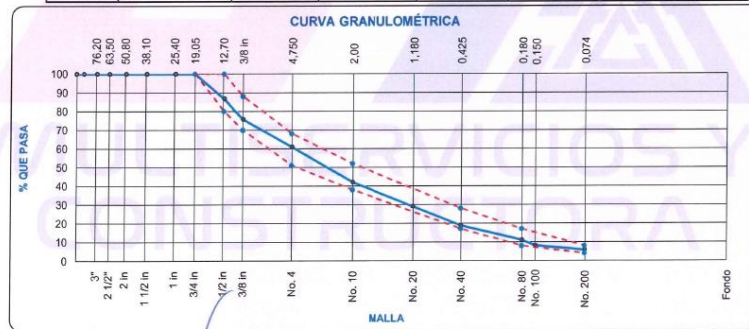
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 / C136M - 19

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por	: Solicitante
Ubicación de proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: MEZCLA DE AGREGADOS	Turno:	Diurno
Código de muestra	: ---	Peso inicial	: 4000.00
Procedencia	: Combinación Teórica de Agregados	Peso lavado	: 3764.00
Sondaje / Calcata	: ---	Profundidad	: ---
N° de muestra	: ---	Norte	: ---
Progresiva	: ---	Este	: ---

MATERIAL : MEZCLA DE AGREGADOS

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	MAC-2	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	100.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	526.0	13.15	13.15	86.85	80.00	100.00
3/8 in	9.50 mm	442.0	11.05	24.20	75.80	70.00	88.00
No. 4	4.75 mm	592.0	14.80	39.00	61.00	51.00	68.00
No. 10	2.00 mm	753.0	18.83	57.83	42.18	38.00	52.00
No. 20	850 µm	523.0	13.08	70.90	29.10	-	-
No. 40	425 µm	412.0	10.30	81.20	18.80	17.00	28.00
No. 80	180 µm	302.0	7.55	88.75	11.25	8.00	17.00
No. 100	150 µm	122.0	3.05	91.80	8.20	-	-
No. 200	75 µm	92.0	2.33	94.10	5.90	4.00	8.00
< No. 200	< No. 200	236.0	5.93	100.00			



Washington Rodríguez Olazabal
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frisancho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C127-15

Proyecto : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022 Registro N°: LH22-CERT-121

Solicitante : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID Muestreado por : Laboratorio LH

Ubicación de Proyecto : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO Fecha de Ensayo: 15/04/2022

Material : Agregado Grueso Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : TAYATAYA - CHANCADORA JESERVI

N° de Muestra : ---


Progresiva : ---

MATERIAL : Piedra Chancada 1/2"

DATOS			
		A	B
1	Peso de la muestra sss	1321.0	2500.0
2	Peso de la muestra sss sumergida	808.0	1529.1
3	Peso de la muestra secada al horno	1295.3	2451.4

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Pe Bulk (Base seca)	2.525	2.525	2.525
Pe Bulk (Base Saturada)	2.575	2.575	2.575
Pe Aparente (Base seca)	2.658	2.658	2.658
% Absorción = $100 \cdot ((A-D)/D)$	2.0	2.0	2.0

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Plaza
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DRL. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizoncho Aguirre
CIP 45139
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	Registro N°:	LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por :	Laboratorio LH
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo:	15/04/2022
Material	: Agregado Grueso	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: TAYATAYA - CHANCADORA JESERVI		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

MATERIAL : Piedra Chancada 3/8"

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	776.1	2500.0
2	Peso de la muestra sss sumergida	475.0	1530.1
3	Peso de la muestra secada al horno	763.5	2459.4

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Pe Bulk (Base seca)	2.536	2.536	2.536
Pe Bulk (Base Saturada)	2.578	2.578	2.578
Pe Aparente (Base seca)	2.646	2.646	2.646
% Absorción = $100*((A-D)/D)$	1.7	1.7	1.7

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA



Washington Rodríguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007




MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frizuncho Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

ASTM C128-15

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022.	Registro N°: LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por : Laboratorio LH
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo: 15/04/2022
Material	: Agregado Fino	Turno: Diurno
Código de Muestra	: ---	
Procedencia	: TAYATAYA - CHANCADORA JESERVI	
N° de Muestra	: ---	
Progresiva	: ---	

MATERIAL : Arena Chancada 1/4"

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	520.0	
B	Peso Frasco + agua	689.0	689.0	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	991.8	1003.9	
D	Peso del Mat. Seco	484.4	503.8	PROMEDIO
	Pe Bulk (Base seca)	2.46	2.46	2.456
	Pe Bulk (Base Saturada)	2.54	2.54	2.535
	Pe Aparente (Base seca)	2.67	2.67	2.667
	% Absorción = $100 \cdot ((A-D)/D)$	3.2	3.2	3.2



Washington Rodríguez Olazabal
TLC: SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007


MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Priozinho Aguirre
CIP. 45133
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

ASTM C128-15

Proyecto	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022	Registro N°: LH22-CERT-121
Solicitante	: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID	Muestreado por : Laboratorio LH
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO	Fecha de Ensayo: 15/04/2022
Material	: Agregado Fino	Turno: Diurno
Código de Muestra	: ---	
Procedencia	: RIO CABANILLAS - CHANCADORA JESERVI	
N° de Muestra	: ---	
Progresiva	: ---	

MATERIAL : Arena Natural

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	499.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	689.1	689.1	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	992.3	992.9	
D	Peso del Mat. Seco	487.0	488.0	PROMEDIO
	Pe Bulk (Base seca)	2.49	2.49	2.487
	Pe Bulk (Base Saturada)	2.55	2.55	2.549
	Pe Aparente (Base seca)	2.65	2.65	2.650
	% Absorción = 100*(A-D)/D	2.5	2.5	2.5



Washington Rodríguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007




MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frizanco Aguirre
CIP: 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

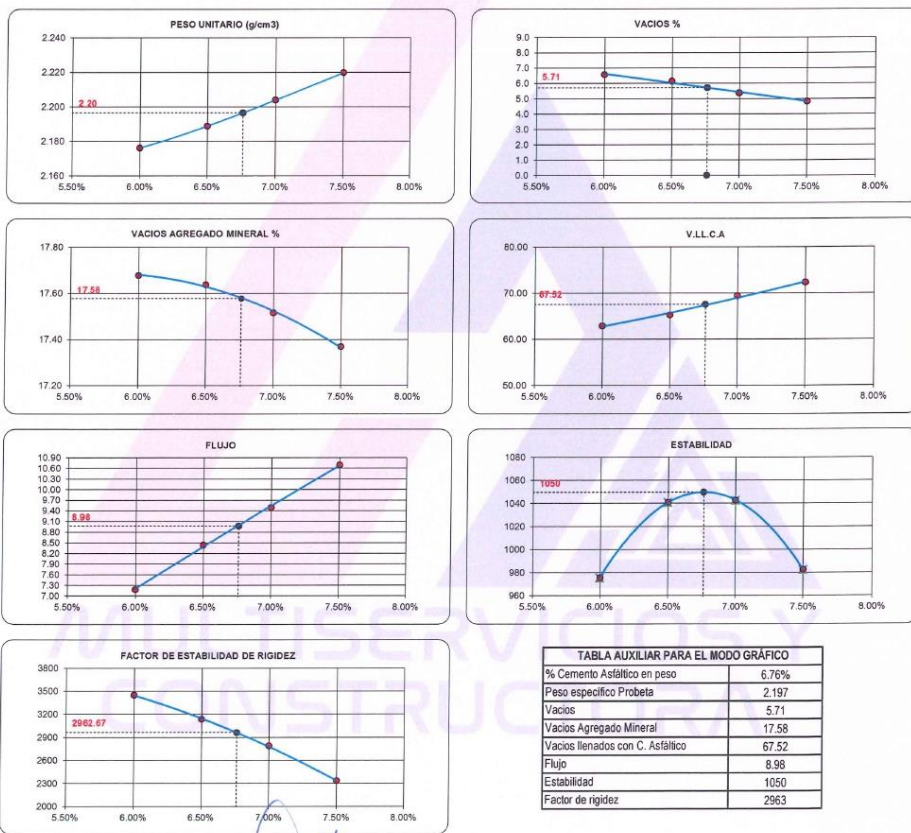
PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022 **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR :** Laboratorio LH

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO :** 16/04/2022

ATENCIÓN **TURNO :** Diurno

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO ASTM D6927-15 / AASHTO T245



Washington Rodríguez Olazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI: 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 CIP: 45113
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE: BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
REALIZADO POR: Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROYECTO: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
FECHA DE ENSAYO: 16/04/2022
ATENCIÓN:
TURNO: Diurno

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada 1/2"	25.0%
Piedra Chancada 3/8"	15.0%
Arena Chancada 1/4"	35.0%
Arena Natural	20.0%
Filler	5.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	126-150

Lectura dial	Lectura calibración	Flejo (0,01 mm)
196	1078.00	289
215	1082.00	275
196	1128.00	284

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra Chancada 1/2" en Peso de la Mezcla	%	23.50	23.50	23.50		
3 % de Piedra Chancada 3/8" en Peso de la Mezcla	%	14.10	14.10	14.10		
4 % de Arena Chancada 1/4" en Peso de la Mezcla	%	32.90	32.90	32.90		
5 % de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%	18.80	18.80	18.80		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	4.70	4.70	4.70		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/oc.	1.020	1.020	1.020		
8 Peso Especifico Piedra Chancada 1/2" - Bulk	gr/oc.	2.525	2.525	2.525		
9 Peso Especifico Piedra Chancada 3/8" - Bulk	gr/oc.	2.536	2.536	2.536		
10 Peso Especifico Arena Chancada 1/4" - Bulk	gr/oc.	2.456	2.456	2.456		
11 Peso Especifico Arena Natural - Bulk	gr/oc.	2.487	2.487	2.487		
12 Peso Especifico Filler - Bulk	gr/oc.	2.341	2.341	2.341		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.8	6.7	6.8		6.77
14 Peso de la briketa en el Aire	gr.	1191.0	1194.0	1193.0		
15 Peso de la briketa Saturada	gr.	1193.0	1195.0	1195.0		
16 Peso de la briketa en el Agua	gr.	645.8	645.4	647.6		
17 Volumen de la briketa por desplazamiento (15-16)	c.c.	547.2	549.6	547.4		548.1
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/oc.	2.177	2.172	2.179		2.176
19 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/oc.	2.329	2.329	2.329		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/oc.	2.288	2.288	2.288		
21 % de Vacios $100 \cdot [(19-18)/19]$	%	6.5	6.7	6.4		6.6
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/[(28+39+47/0+51+61)]$	gr/oc.	2.485	2.485	2.485		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 \cdot (2-3-4+5+6)/1822$	%	17.7	17.8	17.6		17.7
24 % vacios llenados con C.A. $100 \cdot [(23-21)/23]$	%	62.9	62.3	63.4		62.9
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/[(100/19-17)]$	gr/oc.	2.537	2.537	2.537		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 \cdot 7) / [25 \cdot 22] / [25 \cdot 22]$	%	0.84	0.84	0.84		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.16	5.16	5.16		
28 Flujo (0.01 pulg)	mm	7.34	6.99	7.21		7.18
29 Estabilidad sin corregir		1078	1082	1128		
30 Factor de Estabilidad		0.89	0.89	0.89		
31 Estabilidad corregida (27-29)	kg.	959	963	1004		975
32 Factor de Rigidez (28/26)	kg/cm.	3320	3502	3535		3451
33 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

Washington Rodríguez Chazabal
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02435007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
ATENCIÓN

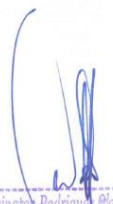
REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022
TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:
Bitumen
Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)
Rice= 6.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1726.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13074.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12332.9
5.-	Volumen	gr.	741.1
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.329

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007




MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frizanco Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
REALIZADO POR : Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022
ATENCIÓN :
TURNO : Diurno

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 594

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada 12"	25.0%
Piedra Chancada 3/8"	15.0%
Arena Chancada 1/4"	35.0%
Arena Natural	20.0%
Filler	5.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	120-150

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
196	1085.00	335
215	1082.00	337
196	1086.00	324

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2 % de Piedra Chancada 12" en Peso de la Mezcla	%	23.38	23.38	23.38		
3 % de Piedra Chancada 3/8" en Peso de la Mezcla	%	14.03	14.03	14.03		
4 % de Arena Chancada 1/4" en Peso de la Mezcla	%	32.73	32.73	32.73		
5 % de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%	18.70	18.70	18.70		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	4.68	4.68	4.68		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.020	1.020	1.020		
8 Peso Especifico Piedra Chancada 12" - Bulk	gr/cc.	2.525	2.525	2.525		
9 Peso Especifico Piedra Chancada 3/8" - Bulk	gr/cc.	2.536	2.536	2.536		
10 Peso Especifico Arena Chancada 1/4" - Bulk	gr/cc.	2.456	2.456	2.456		
11 Peso Especifico Arena Natural - Bulk	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
12 Peso Especifico Filler - Bulk	gr/cc.	2.341	2.341	2.341		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.7	6.7	6.7		6.70
14 Peso de la briqueeta en el Aire	gr.	1163.0	1165.0	1168.0		
15 Peso de la briqueeta Saturada	gr.	1194.0	1190.0	1194.0		
16 Peso de la briqueeta en el Agua	gr.	663.5	655.8	661.5		
17 Volumen de la briqueeta por desplazamiento (15-16)	c.c.	530.5	534.2	532.5		532.4
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.192	2.181	2.193		2.189
19 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc.	2.332	2.332	2.332		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 / (1/7 + 2/8 + 3/9 + 4/10 + 5/11 + 6/12)$	gr/cc.	2.273	2.273	2.273		
21 % de Vacios $100 * (19 - 18) / 19$	%	6.0	6.5	5.9		6.1
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((28+36+47+58+69) / 100)$	gr/cc.	2.485	2.485	2.485		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 * (2 - 3 + 4 + 5 + 6) / 18.022$	%	17.5	17.9	17.5		17.6
24 % vacios llenados con C.A. $100 * (23 - 21) / 23$	%	65.8	63.9	66.0		65.2
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((100/19 - 17))$	gr/cc.	2.561	2.561	2.561		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 * 7) / (25 - 22) * (25 / 22)$	%	1.22	1.22	1.22		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.28	5.28	5.28		
28 Flujo (0.01 pulg)	mm	8.51	8.56	8.23		8.43
29 Estabilidad sin corregir		1085	1082	1086		
30 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg	1042	1039	1043		1041
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3109	3082	3218		3135
33 Numero de Golpes por Capa		75	75	75		

Washington Rodríguez Olazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
ATENCIÓN

REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022
TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:


Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1728.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13076.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12335.0
5.-	Volumen	gr.	741.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.332

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
ATENCIÓN :
REGISTRO N° : LH22-CERT-121
REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada 1/2"	25.0%
Piedra Chancada 3/8"	15.0%
Arena Chancada 1/4"	35.0%
Arena Natural	20.0%
Filler	5.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (FEN)	128-158

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
196	1085.00	372
215	1089.00	369
196	1084.00	380

Número de Pruebas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	7.00	7.00	7.00		
2 % de Piedra Chancada 1/2" en Peso de la Mezcla	%	23.25	23.25	23.25		
3 % de Piedra Chancada 3/8" en Peso de la Mezcla	%	13.95	13.95	13.95		
4 % de Arena Chancada 1/4" en Peso de la Mezcla	%	32.55	32.55	32.55		
5 % de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%	18.60	18.60	18.60		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	4.65	4.65	4.65		
7 Peso Especifico aparente de C.A.	grfco.	1.020	1.020	1.020		
8 Peso Especifico Piedra Chancada 1/2" - Bulk	grfco.	2.525	2.525	2.525		
9 Peso Especifico Piedra Chancada 3/8" - Bulk	grfco.	2.536	2.536	2.536		
10 Peso Especifico Arena Chancada 1/4" - Bulk	grfco.	2.456	2.456	2.456		
11 Peso Especifico Arena Natural - Bulk	grfco.	2.487	2.487	2.487		
12 Peso Especifico Filler - Bulk	grfco.	2.341	2.341	2.341		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.7	6.7	6.7		6.70
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1164.0	1167.0	1172.0		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1194.0	1200.0	1193.0		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	665.5	667.8	664.2		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	528.5	532.2	528.8		528.8
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	grfco.	2.202	2.193	2.216		2.204
19 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	grfco.	2.329	2.329	2.329		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	grfco.	2.258	2.258	2.258		
21 % de Vacios 100*((19-18)/19)	%	5.4	5.8	4.8		5.4
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((28+39+47/10+51+61)/100)	grfco.	2.485	2.485	2.485		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100*(2-3+4+5+6)/18022	%	17.6	17.9	17.0		17.5
24 % vacios llenados con C.A. 100*((23-21)/23)	%	69.1	67.4	71.6		69.4
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19-1/7))	grfco.	2.578	2.578	2.578		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)/25*22)	%	1.48	1.48	1.48		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.52	5.52	5.52		
28 Flujo (0.01 pulg)	mm	9.45	9.37	9.65		9.49
29 Estabilidad sin corregir		1085	1089	1084		
30 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1042	1045	1041		1043
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2800	2833	2739		2790
33 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

Washington Rodríguez Olazabal
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 32436007



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Teparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
ATENCIÓN

REGISTRO N°: LH22-CERT-121
REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022
TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 7.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1865.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13213.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12412.2
5.-	Volumen	gr.	800.8
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.329

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Chazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI: 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Friancho Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
REGISTRO N°: LH22-CERT-121
SOLICITANTE: BACH. COYLA MAMANI HERMOGENES DAVID
REALIZADO POR: Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROYECTO: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
FECHA DE ENSAYO: 16/04/2022
ATENCIÓN:
TURNO: Diurno

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada 12"	25.0%
Piedra Chancada 38"	15.0%
Arena Chancada 14"	35.0%
Arena Natural	20.0%
Filler	5.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	120-150

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
196	1035.00	410
215	1036.00	425
196	1032.00	428

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	7.50	7.50	7.50		
2 % de Piedra Chancada 12" en Peso de la Mezcla	%	23.13	23.13	23.13		
3 % de Piedra Chancada 38" en Peso de la Mezcla	%	13.88	13.88	13.88		
4 % de Arena Chancada 14" en Peso de la Mezcla	%	32.38	32.38	32.38		
5 % de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%	18.50	18.50	18.50		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	4.63	4.63	4.63		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/c.c.	1.020	1.020	1.020		
8 Peso Especifico Piedra Chancada 12" - Bulk	gr/c.c.	2.525	2.525	2.525		
9 Peso Especifico Piedra Chancada 38" - Bulk	gr/c.c.	2.536	2.536	2.536		
10 Peso Especifico Arena Chancada 14" - Bulk	gr/c.c.	2.456	2.456	2.456		
11 Peso Especifico Arena Natural - Bulk	gr/c.c.	2.487	2.487	2.487		
12 Peso Especifico Filler - Bulk	gr/c.c.	2.341	2.341	2.341		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.7	6.6	6.7		6.67
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1189.0	1183.0	1182.0		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1191.0	1185.0	1182.0		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	654.2	653.8	648.9		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	536.8	531.2	533.1		533.7
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/c.c.	2.215	2.227	2.217		2.220
19 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/c.c.	2.332	2.332	2.332		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico) 100(17+28+39+410+511+612)	gr/c.c.	2.243	2.243	2.243		
21 % de Vacíos 100((18-18)/19)	%	5.0	4.5	4.9		4.8
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)((28+39+410+511+612)	gr/c.c.	2.485	2.485	2.485		
23 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral 100(2+3+4+5+6)/1822	%	17.5	17.1	17.5		17.4
24 % vacíos llenados con C.A. 100((23-21)/23)	%	71.4	73.7	71.8		72.3
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)((100/19 - 1/7))	gr/c.c.	2.604	2.604	2.604		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100/7)((25-22)/(25*22)	%	1.87	1.87	1.87		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.63	5.63	5.63		
28 Flujo (0.01 pulg)	mm	10.41	10.80	10.87		10.69
29 Estabilidad sin corregir		1035	1036	1032		
30 Factor de Estabilidad		0.93	0.96	0.96		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	963	995	991		983
32 Factor de Rigidez (29/28)	kg/cm.	2348	2340	2315		2334
33 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

Washington Rodríguez Chazabal
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frisoncho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
ATENCIÓN


REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022
TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:
Bitumen
Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)
Rice= 7.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1859.8
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13207.8
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12410.3
5.-	Volumen	gr.	797.5
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.332

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 08436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizoncho Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
 UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REALIZADO POR : Laboratorio LH
 FECHA DE ENSAYO : 19/04/2022
 TURNO : Diurno

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada 1/2"	25.0%
Piedra Chancada 3/8"	15.0%
Arena Chancada 1/4"	35.0%
Arena Natural	20.0%
Filler	5.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	120-150

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0.01 mm)
196	1125.00	353
215	1133.00	355
196	1128.00	353

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.76	6.76	6.76		
2 % de Piedra Chancada 1/2" en Peso de la Mezcla	%	23.31	23.31	23.31		
3 % de Piedra Chancada 3/8" en Peso de la Mezcla	%	13.99	13.99	13.99		
4 % de Arena Chancada 1/4" en Peso de la Mezcla	%	32.63	32.63	32.63		
5 % de Arena Natural en Peso de la Mezcla	%	18.65	18.65	18.65		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	4.66	4.66	4.66		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/oc.	1.020	1.020	1.020		
8 Peso Especifico Piedra Chancada 1/2" - Bulk	gr/oc.	2.525	2.525	2.525		
9 Peso Especifico Piedra Chancada 3/8" - Bulk	gr/oc.	2.536	2.536	2.536		
10 Peso Especifico Arena Chancada 1/4" - Bulk	gr/oc.	2.456	2.456	2.456		
11 Peso Especifico Arena Natural - Bulk	gr/oc.	2.487	2.487	2.487		
12 Peso Especifico Filler - Bulk	gr/oc.	2.341	2.341	2.341		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.8	6.7	6.7		6.73
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1198.0	1197.0	1198.0		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1205.0	1208.0	1207.0		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	660.0	662.9	661.5		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	545.0	545.1	545.5		545.2
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/oc.	2.198	2.196	2.196		2.197
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/oc.	2.330	2.330	2.330		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/oc.	2.265	2.265	2.265		
21 % de Vacios	%	5.7	5.8	5.7		5.7
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/oc.	2.485	2.485	2.485		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	17.5	17.6	17.6		17.6
24 % vacios llenados con C.A.	%	67.7	67.3	67.4		67.5
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/oc.	2.569	2.569	2.569		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	1.35	1.35	1.35		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.41	5.41	5.41		
28 Flujo (0.01 pulg)	mm	8.97	9.02	8.97		8.98
29 Estabilidad sin corregir		1125	1133	1128		
30 Factor de Estabilidad		0.93	0.93	0.93		
31 Estabilidad corregida (27-28)	kg.	1046	1054	1049		1050
32 Factor de Rigidez (29/28)	kg/cm.	2964	2968	2972		2968
33 Numero de Golpes por Capa		75	75	75		

Washington Rodríguez Olazabal
 INGENIERO EN
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI: 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Trizanco Aguirre
 CIP: 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 30/04/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 504

Número de Probetas	N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 % Adición de Caucho	%	1.50			2.00			2.50			3.00		
2 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.76			6.76			6.76			6.76		
3 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.6	5.6	6.7	6.7	6.6	6.7	6.8	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7
4 Peso de la briqueeta en el Aire	gr.	1196	1197	1196	1195	1196	1196	1194	1194	1195	1195	1193	1193
5 Peso de la briqueeta Saturada	gr.	1197	1198	1197	1196	1197	1197	1195	1196	1196	1196	1195	1196
6 Peso de la briqueeta en el Agua	gr.	653.9	653.8	654.1	651.3	652.4	652.1	649.0	649.8	649.6	648.3	648.0	649.5
7 Volumen de la briqueeta por desplazamiento	c.c.	543.1	544.2	542.9	544.7	544.6	544.9	546.0	546.2	546.4	547.7	547.0	546.5
8 Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.202	2.200	2.203	2.194	2.196	2.195	2.187	2.186	2.187	2.182	2.181	2.183
9 Promedio Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.202			2.195			2.187			2.182		
10 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.319			2.299			2.273			2.256		
11 % de Vacios	%	5.1	5.2	5.0	4.6	4.5	4.5	3.8	3.8	3.8	3.3	3.3	3.2
12 Promedio % de Vacios	%	5.1			4.5			3.8			3.3		
13 Flujo (0,01 mm)	mm	358.2	358.7	357.7	362.2	362.4	362.2	367.1	366.9	366.8	371.4	372.5	371.4
14 Flujo (0.01 pulg)	pulg	9.10	9.11	9.09	9.20	9.20	9.20	9.32	9.32	9.32	9.43	9.46	9.43
15 Promedio Flujo (0.01 pulg)	pulg	9.10			9.20			9.32			9.44		
16 Estabilidad sin corregir		1156	1158	1152	1181	1186	1178	1143	1142	1134	1127	1132	1132
17 Factor de Estabilidad		0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.89	0.89	0.93
18 Estabilidad corregida	kg.	1075	1077	1071	1098	1103	1096	1063	1062	1055	1003	1007	1053
19 Promedio Estabilidad corregida	kg.	1074			1099			1060			1021		
20 Factor de Rigidez	kg/cm.	3000			3034			2889			2747		
21 Número de Golpes por Capa		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

Washington Rodríguez Olazabal
 INGENIERO DE CONSTRUCCIÓN
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 82436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frisacho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID

REALIZADO POR : Laboratorio LH

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

FECHA DE ENSAYO : 19/04/2022

TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.76

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1798.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13146.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12374.3
5.-	Volumen	gr.	771.7
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.330

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA



Washington Rodriguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007




MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Pizarro Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGÉNES DAVID
REALIZADO POR : Laboratorio LH

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO
FECHA DE ENSAYO : 21/04/2022
TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen


Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Adición de Caucho 1.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 6.76

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1765.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13113.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12352.0
5.-	Volumen	gr.	761.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm³	2.319

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Okazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI: 92436007



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

REALIZADO POR : Laboratorio LH
FECHA DE ENSAYO : 23/04/2022
TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Adición de Caucho 2.0 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 6.76

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1768.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13116.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12347.0
5.-	Volumen	gr.	769.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.299

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Buzabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 82436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizaneho Aguirre
CIP: 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022 **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGÉNES DAVID **REALIZADO POR :** Laboratorio LH

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO :** 26/04/2022

TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Adición de Caucho 2.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 6.76

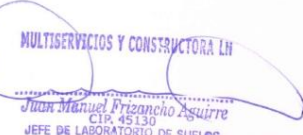
Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1748.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13096.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12327.0
5.-	Volumen	gr.	769.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³		gr./cm ³	2.273

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Olazabal
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 084336007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH


Juan Manuel Frizanco Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
RUC: 20602295533

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

ASTM D6927-15

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL
EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
CIUDAD DE JULIACA, 2022

REGISTRO N°: LH22-CERT-121

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID

REALIZADO POR : Laboratorio LH

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO

FECHA DE ENSAYO : 28/04/2022

TURNO : Diurno

PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

Componentes:

Bitumen


Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 120/150 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Adición de Caucho 3.0 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rice= 6.76

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1739.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13087.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12316.0
5.-	Volumen	gr.	771.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.256

MULTISERVICIOS Y
CONSTRUCTORA


Washington Rodríguez Obazabal
T.E.C. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH


Juan Manuel Frizoncho Aguirre
CIP. 45130
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO ASTM D4867/D4867M-09 (2014), AASHTO T-283-03

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR** : Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROY: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO** : 02/05/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO	N°		04	05	06	01	02	03
			Grupo Saturado			Grupo Seco		
DIAMETRO	D	cm	10.14	10.18	10.15	10.16	10.15	10.17
ESPESOR	t	cm	6.80	6.70	6.80	6.80	6.80	6.90
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr.	1198.0	1167.0	1198.0	1199.0	1198	1197.0
SSD DE LA MUESTRA	B	Gr.	1205.0	1208.0	1207.0	1206.0	1207.0	1209.0
PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	C	Gr.	660	662.9	661.5	661.5	663	663.5
VOLUMEN (B - C)	E	c.c.	545.0	545.1	545.5	544.5	544	545.5
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	Gr/c.c.	2.196	2.196	2.196	2.202	2.202	2.194
ASTM D-2041 :PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	Gr/c.c.	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330	2.330
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	5.7	5.8	5.7	5.5	5.5	5.8
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	c.c.	30.8	31.3	31.3	29.9	29.8	31.7
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 " Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C								
SSD DE LA MUESTRA	B'	Gr.	1215.0	1218.0	1217.0			
PESODE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	Gr.	667	671.3	670.3			
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	c.c.	548.0	546.7	546.7			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	c.c.	17	21	19			
SATURACION (100J' / I)		%	55.2	67.0	60.7			
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	0.6	0.29	0.22			
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño Maria								
ESPESOR	t''	cm	6.70	6.90	6.70			
SSD DE LA MUESTRA	B''	Gr.	1226.00	1227.00	1229.00			
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C''	Gr.	669.10	673.90	672.90			
VOLUMEN (B'' - C'')	E''	c.c.	556.9	553.1	556.1			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B'' - A)	J''	c.c.	28	30	31			
SATURACION (100J'' / I)		%	90.9	95.7	99.0			
HINCHAMIENTO 100(E'' - E) / E		%	2.18	1.5	1.9			
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P''	Kg	414	408	410	535	530	543
RESISTENCIA SECA 2P / IDPI	S _t	Kg/cm ²	3.9	3.7	3.8	4.93	4.89	4.93
RESISTENCIA HUMEDA 2P'' / I'' D PI	S _t	Kg/cm ²				3.808		4.916
RESISTENCIA RETENIDA TSR 100 S _m /S _{sd}		%				77.4		
Observaciones								
Mezcla sin Caucho industrial								

Washington Rodríguez Obzabal
 TECNICO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Frizoncho Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO ASTM D4867/D4867M-09 (2014), AASHTO T-283-03

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR :** Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROY: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO :** 02/05/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO	N°		04	05	06	01	02	03
			Grupo Saturado			Grupo Seco		
DIAMETRO	D	cm	10.13	10.16	10.14	10.12	10.13	10.15
ESPESOR	t	cm	6.70	6.80	6.60	6.60	6.60	6.70
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr.	1195.0	1198.0	1195.0	1196.0	1197	1196.0
SSD DE LA MUESTRA	B	Gr.	1198.0	1199.0	1197.0	1197.0	1198.0	1197.0
PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	C	Gr.	654.3	653.7	654.3	653.9	653.8	654.1
VOLUMEN (B - C)	E	c.c.	543.7	545.3	542.7	543.1	544.2	542.9
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	Gr/c.c.	2.198	2.197	2.202	2.202	2.200	2.203
ASTM D-2041 - PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	Gr/c.c.	2.319	2.319	2.319	2.319	2.319	2.319
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	5.2	5.3	5.1	5.1	5.2	5.0
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	c.c.	28.5	28.8	27.5	27.4	28.1	27.2
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 ° Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C								
SSD DE LA MUESTRA	B'	Gr.	1205.3	1209.4	1206.7			
PESODE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	Gr.	655.9	662.3	662.5			
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	c.c.	549.4	547.1	544.2			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	c.c.	10.3	11.4	11.7			
SATURACION (100J' / I)		%	36.2	39.6	42.6			
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	1.0	0.33	0.28			
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño Maria								
ESPESOR	t''	cm	6.70	6.80	6.50			
SSD DE LA MUESTRA	B''	Gr.	1215.30	1219.40	1216.70			
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C''	Gr.	664.80	672.30	672.50			
VOLUMEN (B'' - C'')	E''	c.c.	550.5	547.1	544.2			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B'' - A)	J''	c.c.	20.3	21.4	21.7			
SATURACION (100J'' / I)		%	71.3	74.4	79.0			
HINCHAMIENTO 100(E'' - E) / E		%	1.25	0.3	0.3			
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P''	Kg	365	359	401	458	435	424
RESISTENCIA SECA 2P / IDPI	S _{tg}	Kg/cm ²	3.4	3.3	3.9	4.37	4.15	3.97
RESISTENCIA HUMEDA 2P'' / t'' D PI	S _{tm}	Kg/cm ²				3.535		
RESISTENCIA RETENIDA TSR 100 S _{tm} /S _{td}		%				84.9		
Observaciones								
Mezcla con 1.5% Caucho industrial								

Washington Rodriguez Olazabal
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 45130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASI MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO ASTM D4867/D4867M-09 (2014), AASHTO T-283-03

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR** : Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROY: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO** : 02/05/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO	N°	Unidad	04	05	06	01	02	03
			Grupo Saturado			Grupo Seco		
DIAMETRO	D	cm	10.13	10.15	10.14	10.16	10.14	10.13
ESPESOR	t	cm	6.50	6.80	6.60	6.70	6.80	6.70
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr.	1196.0	1198.0	1195.0	1195.0	1196	1196.0
SSD DE LA MUESTRA	B	Gr.	1198.0	1196.0	1199.0	1196.0	1197.0	1197.0
PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	C	Gr.	652.3	655.4	653.7	651.3	652.4	652.1
VOLUMEN (B - C)	E	c.c.	545.7	540.6	545.3	544.7	544.6	544.9
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	Gr/c.c.	2.192	2.216	2.191	2.194	2.196	2.195
ASTM D-2041 :PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	Gr/c.c.	2.299	2.299	2.299	2.299	2.299	2.299
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	4.7	3.6	4.7	4.6	4.5	4.5
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	c.c.	25.5	19.5	25.5	24.9	24.4	24.7
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 " Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C								
SSD DE LA MUESTRA	B'	Gr.	1208.0	1210.0	1208.0			
PESODE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	Gr.	656.2	667.2	660.4			
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	c.c.	551.8	542.8	547.6			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	c.c.	12	12	13			
SATURACION (100J' / I)		%	47.1	61.5	50.9			
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	1.1	0.41	0.42			
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño Maria								
ESPESOR	t"	cm	6.40	6.70	6.50			
SSD DE LA MUESTRA	B"	Gr.	1219.00	1221.00	1219.00			
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C"	Gr.	667.60	678.10	671.20			
VOLUMEN (B" - C")	E"	c.c.	551.4	542.9	547.8			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B" - A)	J"	c.c.	23	23	24			
SATURACION (100J" / I)		%	90.2	117.8	94.0			
HINCHAMIENTO 100(E" - E) / E		%	1.04	0.4	0.5			
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P"	Kg	307	303	300	405	401	374
RESISTENCIA SECA 2P / IDPI	S _t	Kg/cm ²	3.0	2.8	2.9	3.79	3.82	3.51
RESISTENCIA HUMEDA 2P" / I" D PI	S _{1m}	Kg/cm ²				2.921		3.705
RESISTENCIA RETENIDA TSR 100 S _m /S _{td}		%				78.8		
Observaciones								
Mezcla con 2.0% Caucho industrial								

Washington Rodríguez Okazabal
 TECNICO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 02436007



Juan Manuel Frizanco Aguirre
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASI MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO ASTM D4867/D4867M-09 (2014), AASHTO T-283-03

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR :** Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROY: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO :** 02/05/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO	N°	Unidad	04	05	06	01	02	03
			Grupo Saturado			Grupo Seco		
DIAMETRO	D	cm	10.13	10.18	10.16	10.15	10.17	10.16
ESPESOR	t	cm	6.70	6.80	6.90	6.80	6.70	6.70
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr.	1196.0	1198.0	1194.0	1194.0	1194	1195.0
SSD DE LA MUESTRA	B	Gr.	1198.0	1193.0	1197.0	1195.0	1196.0	1196.0
PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	C	Gr.	648.6	650.4	647.2	649	649.8	649.6
VOLUMEN (B - C)	E	c.c.	549.4	542.6	549.8	546	546.2	546.4
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	Gr/c.c.	2.177	2.208	2.172	2.187	2.186	2.187
ASTM D-2041 -PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	Gr/c.c.	2.273	2.273	2.273	2.273	2.273	2.273
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	4.2	2.9	4.5	3.8	3.8	3.8
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	c.c.	23.2	15.6	24.5	20.7	20.9	20.7
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 " Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C								
SSD DE LA MUESTRA	B'	Gr.	1209.0	1212.0	1208.0			
PESODE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	Gr.	658.6	660.4	657.2			
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	c.c.	550.4	551.6	550.8			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	c.c.	13	14	14			
SATURACION (100J' / I)		%	55.9	90.0	57.1			
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	0.2	1.66	0.18			
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño Maria								
ESPESOR	I''	cm	6.60	6.50	6.80			
SSD DE LA MUESTRA	B''	Gr.	1220.00	1221.00	1219.00			
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C''	Gr.	668.50	670.90	667.60			
VOLUMEN (B'' - C'')	E''	c.c.	551.5	550.1	551.4			
VOL. AGUA DE ABSORCION (B'' - A)	J''	c.c.	24	23	25			
SATURACION (100J'' / I)		%	103.3	147.8	101.9			
HINCHAMIENTO 100(E'' - E) / E		%	0.38	1.4	0.3			
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P''	Kg	267	256	271	368	370	362
RESISTENCIA SECA 2P / tDPI	S _{tg}	Kg/cm ²	2.5	2.5	2.5	3.39	3.46	3.38
RESISTENCIA HUMEDA 2P'' / t'' D PI	S _{tm}	Kg/cm ²				2.503		3.412
RESISTENCIA RETENIDA TSR 100 S _{tm} /S _{td}		%				73.4		
Observaciones								
Mezcla con 2.5% Caucho industrial								

Washington Rodríguez Vizcaino
 INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 DNI. 02436007

LABORATORIO
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
 INGENIERIA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Juan Manuel Pizarro Aguirre
 CIP. 45119
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com
 RUC: 20602295533

EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO ASTM D4867/D4867M-09 (2014), AASHTO T-283-03

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL **REGISTRO N°:** LH22-CERT-121
 EN LA CARPETA ASFÁLTICA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES,
 CIUDAD DE JULIACA, 2022

SOLICITANTE : BACH. COYLA MAMANI, HERMOGENES DAVID **REALIZADO POR :** Laboratorio LH
UBICACIÓN DE PROY.: DISTRITO: JULIACA, PROVINCIA: SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO :** 02/05/2022
TURNO : Diurno

ENSAYO	N°		04			05			06			01			02			03		
			Grupo Saturado									Grupo Seco								
DIAMETRO	D	cm	10.13	10.15	10.14						10.13	10.14	10.12							
ESPESOR	t	cm	6.80	6.70	6.80						6.80	6.80	6.70							
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr.	1198.0	1193.0	1195.0						1195.0	1193	1193.0							
SSD DE LA MUESTRA	B	Gr.	1198.0	1194.0	1197.0						1196.0	1195.0	1196.0							
PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	C	Gr.	649.5	648.7	650.4						648.3	648	649.5							
VOLUMEN (B - C)	E	c.c.	548.5	545.3	546.6						547.7	547	546.5							
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	Gr/c.c.	2.184	2.188	2.186						2.182	2.181	2.183							
ASTM D-2041 .PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	Gr/c.c.	2.256	2.256	2.256						2.256	2.256	2.256							
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	3.2	3.0	3.1						3.3	3.3	3.2							
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	c.c.	17.4	16.4	16.6						17.9	18.1	17.6							
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 ° Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C																				
SSD DE LA MUESTRA	B'	Gr.	1214.0	1208.0	1211.0															
PESODE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	Gr.	660.5	657.4	659.2															
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	c.c.	553.5	550.6	551.8															
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	c.c.	16	15	16															
SATURACION (100J' / I)		%	92.2	91.6	95.3															
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	0.9	0.97	0.95															
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño Maria																				
ESPESOR	t"	cm	6.70	6.80	6.80															
SSD DE LA MUESTRA	B"	Gr.	1232.00	1225.00	1229.00															
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C"	Gr.	675.80	672.90	674.80															
VOLUMEN (B" - C")	E"	c.c.	556.2	552.1	554.2															
VOL. AGUA DE ABSORCION (B" - A)	J"	c.c.	34	32	34															
SATURACION (100J" / I)		%	195.9	195.4	202.5															
HINCHAMIENTO 100(E" - E) / E		%	1.40	1.2	1.4															
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P"	Kg	234	230	226						327	339	349							
RESISTENCIA SECA 2P / IDPI	S _{td}	Kg/cm ²	2.2	2.1	2.1						3.02	3.13	3.28							
RESISTENCIA HUMEDA 2P" / I" D PI	S _{tm}	Kg/cm ²									2.134								3.141	
RESISTENCIA RETENIDA TSR 100 S _{tm} /S _{td}		%									68.0									
Observaciones																				
Mezcla con 3.0% Caucho industrial																				

Washington Rodriguez Chavez
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 DNI. 0243600P



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH
Juan Manuel Frizanco Aguirre
 CIP. 49130
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS



REPORTE DE ENSAYO DE RUEDA DE HAMBURGO
PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE COMPACTADAS
AASHTO T - 324

PROYECTO : TESIS: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFALTICA PARA MEJORAR
UBICACIÓN : SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
SOLICITANTE : PUNO - JULIACA
REFERENCIA : BACH. HERMOGENES DAVID COYLA MAMANI
F. DE RECEPCIÓN : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL MAC 2 CON ASFALTO PEN 120/150
: 03/05/2022

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS O ESPECÍMENES DE ENSAYO

CANTERA : TAYATAYA
DESCRIPCIÓN : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FILLER : -----
ADICION : 0,0% CAUCHO INDUSTRIAL
TIPO DE COMPACTACIÓN : COMPACTADOR GIRATORIO
PORCENTAJE DE VACÍOS : 5,7
CONTENIDO DE ASFALTO : 6,76

DATOS INICIALES DE LA PRUEBA

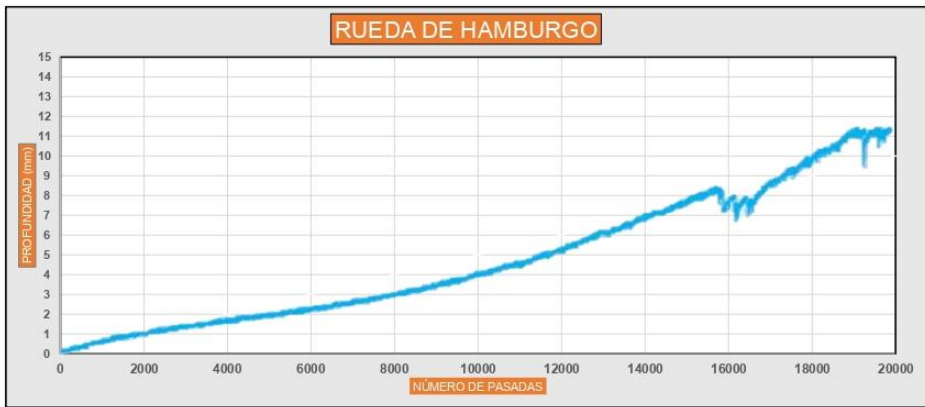
NÚMERO DE ENSAYO : 132 - 2022
TIPO DE MUESTRA : Doble Núcleos
DIÁMETRO : 150,0 mm
ESPESOR : 60,0 mm
TEMPERATURA DE ENSAYO : 50 °C
NÚMERO MAX. PASADAS : 20000 pasadas
PROFUNDIDAD MÁXIMA : 12,5 mm
VELOCIDAD DE LA RUEDA : 52 pasadas / min
OPERADOR : RV

RESULTADOS FINALES

PROFUNDIDAD FINAL RUT. : 11,53 mm
TIPO DE MEDIO TÉRMICO : AGUA
FEEDBACK UTILIZADO : EN EL TANQUE
TEMPERATURA MÁXIMA : 50,8 °C
TEMPERATURA MÍNIMA : 49,9 °C
PASADAS : 20000

OBSERVACIONES

- ESTA PRUEBA FUE REALIZADA EN CONCORDANCIA CON LA NORMA AASHTO T-324.
- LAS MUESTRAS FUERON ELABORADAS Y ENVIADAS POR EL TESISISTA DESDE LA CIUDAD DE JULIACA



Romel Vasquez Z.
Laboratorista

Wendy Herenda
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 10 de mayo del 2022

EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO



EXPEDIENTE R.H. / LMA
133-2022-LAB TDM ASFALTOS

REPORTE DE ENSAYO DE RUEDA DE HAMBURGO PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE COMPACTADAS AASHTO T - 324

PROYECTO : TESIS: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MODIFICADO CON CAUCHO INDUSTRIAL EN LA CARPETA ASFALTICA PARA MEJORAR
UBICACIÓN : SUS PROPIEDADES, CIUDAD DE JULIACA, 2022
SOLICITANTE : BACH. HERMOGENES DAVID COYLA MAMANI
REFERENCIA : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL MAC 2 CON ASFALTO PEN 120/150
F. DE RECEPCIÓN : 03/05/2022

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS O ESPECÍMENES DE ENSAYO

CANTERA	: TAYATAYA	TIPO DE COMPACTACIÓN	: COMPACTADOR GIRATORIO
DESCRIPCIÓN	: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	PORCENTAJE DE VACÍOS	: 4,5
FILLER	: -----	CONTENIDO DE ASFALTO	: 6,76
ASFALTO	: ASFALTO - MUESTRA PATRON		
ADICION	: 2,0% CAUCHO INDUSTRIAL		

DATOS INICIALES DE LA PRUEBA

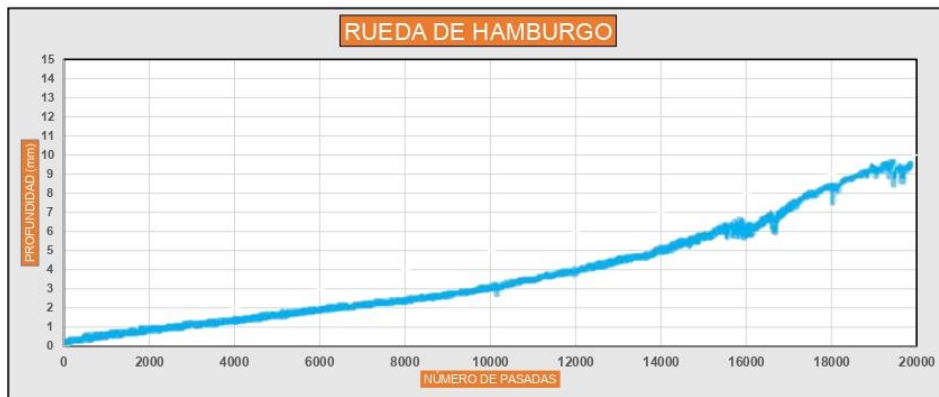
NÚMERO DE ENSAYO	: 133 - 2022	TEMPERATURA DE ENSAYO	: 50 °C
TIPO DE MUESTRA	: Doble Núcleos	NÚMERO MAX. PASADAS	: 20000 pasadas
DIÁMETRO	: 150,0 mm	PROFUNDIDAD MÁXIMA	: 12,5 mm
ESPESOR	: 60,0 mm	VELOCIDAD DE LA RUEDA	: 52 pasadas / min
		OPERADOR	: RV

RESULTADOS FINALES

PROFUNDIDAD FINAL RUT.	: 9,87 mm		
TIPO DE MEDIO TÉRMICO	: AGUA		
FEEDBACK UTILIZADO	: EN EL TANQUE		
TEMPERATURA MÁXIMA	: 50,5 °C		
TEMPERATURA MÍNIMA	: 50,0 °C	PASADAS	: 20000

OBSERVACIONES

- ESTA PRUEBA FUE REALIZADA EN CONCORDANCIA CON LA NORMA AASHTO T-324.
- LAS MUESTRAS FUERON ELABORADAS Y ENVIADAS POR EL TESISISTA DESDE LA CIUDAD DE JULIACA



Romel Vasquez Z.
Laboratorista

vvenuy herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 10 de mayo del 2022

EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO