



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111
progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani,
Puno – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Cutipa Calizaya, Roy Francisco ([ORCID:0000-0001-6411-1621](https://orcid.org/0000-0001-6411-1621))

Vilca Choque, Ivleth Jhoselin ([ORCID:0000-0002-2115-854X](https://orcid.org/0000-0002-2115-854X))

ASESOR:

Mgtr. Díaz Huiza, Luis Humberto ([ORCID:0000-0003-1304-5008](https://orcid.org/0000-0003-1304-5008))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Con mucho amor, júbilo y esperanza dedico este proyecto:

Con mi alma entera y de todo corazón dedico este logro a mi Madrecita querida María Calizaya Clavijo por el enorme sacrificio y apoyo incondicional te amo mamita, a mi linda abuelita que desde el cielo ilumina mi camino.

A Jhoselin Vilca que fue un apoyo constante en todo el proceso de esta tesis, siendo un soporte invaluable en mi vida.

Atte. Roy Francisco Cutipa Calizaya.

A Dios y la mamita Candelaria por permitirme cumplir cada uno de mis sueños.

A mis padres Cirila Choque y Wenceslao Vilca por haberme formado como la gran persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros son gracias a ellos, quienes me formaron con valores y virtudes, siempre me apoyaron incondicionalmente y para mí fueron un motivo constante para poder alcanzar mis anhelos.

A Roy Francisco quien ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, en el proceso de este proyecto, que no fue fácil, pero siempre estuviste motivándome y dándome aliento para seguir adelante.

Atte. Ivleth Jhoselin Vilca Choque.

Agradecimiento

A dios y a la mamita Candelaria por brindarnos salud y paz en nuestros corazones.

A la Universidad César Vallejo por otorgarnos las facilidades para realizar este proyecto de tesis

A nuestro asesor por las enseñanzas brindadas y recomendaciones dadas.

A nuestros padres y familia por el aliento desmedido e inspirador, que nos impulsaron día a día para no decaer y seguir firmes con el único objetivo de llegar a conseguir nuestro objeto.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	vi
Índice de abreviaturas.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA	30
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
3.2. Variables de Operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos	35
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos.....	37
IV. RESULTADOS.....	38
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS	81
ANEXOS	86

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Exigencias para el diseño de micropavimentos en frío.</i>	29
Tabla 2. <i>Matriz de operacionalización de la variable 1</i>	31
Tabla 3. <i>Matriz de operacionalización de la variable 2</i>	32
Tabla 4. <i>Razón de aplicación sugerido de acuerdo al tipo de superficie.</i>	40
Tabla 5. <i>Granulometría de los agregados en micropavimentos.</i>	41
Tabla 6. <i>Resultado del ensayo de granulometría (banda granulométrica Tipo III)..</i>	42
Tabla 7. <i>Tolerancia por banda de trabajo para agregados.</i>	43
Tabla 8. <i>Resultado del ensayo de granulometría del Filler de aportación.</i>	43
Tabla 9. <i>Cálculo del ensayo de equivalente de arena.</i>	45
Tabla 10. <i>Resultado del ensayo de equivalente de arena.</i>	46
Tabla 11. <i>Cálculo del ensayo de durabilidad de sulfato de Mg.</i>	46
Tabla 12. <i>Resultado del ensayo de durabilidad de sulfato de Mg.</i>	46
Tabla 13. <i>Calculo del ensayo de durabilidad de sulfato de Na.</i>	47
Tabla 14. <i>Resultado del ensayo de durabilidad de sulfato de Na.</i>	47
Tabla 15. <i>Cálculo del ensayo de desgaste de abrasión.</i>	48
Tabla 16. <i>Resultado del ensayo de desgaste Los Ángeles.</i>	48
Tabla 17. <i>Ensayo de Azul de metileno.</i>	49
Tabla 18. <i>Resumen de los ensayos de requerimiento de los agregados.</i>	49
Tabla 19. <i>Ensayos de calidad del agua.</i>	50
Tabla 20. <i>Ensayo químico para determinar la calidad del agua.</i>	50
Tabla 21. <i>Ensayo de cantidad de asfalto teórico.</i>	51
Tabla 22. <i>Cuadro de cantidades teóricas.</i>	51
Tabla 23. <i>Resultado del ensayo mezclado de forma manual.</i>	52
Tabla 24. <i>Resultado del ensayo de consistencia.</i>	53
Tabla 25. <i>Cantidades utilizadas para el ensayo W.T.A.T. y los resultados obtenidos.</i>	54
Tabla 26. <i>Requerimiento y resultado del ensayo de abrasión en húmedo.</i>	54
Tabla 27. <i>Cantidades utilizadas para el ensayo L.W.T. y los resultados obtenidos..</i>	56

Tabla 28. <i>Resultado del ensayo de la rueda cargada.</i>	56
Tabla 29. <i>Exigencias rigurosas sugeridas para la clasificación de compatibilidad.</i> .	58
Tabla 30. <i>Resultados del ensayo de Schulze Breuer and Ruck.</i>	59
Tabla 31. <i>Puntuación total de la prueba de Schulze Breuer and Ruck.</i>	59
Tabla 32. <i>Análisis granulométrico de la base granular existente.</i>	60
Tabla 33. <i>Resultados del ensayo de límite líquido y límite plástico.</i>	61
Tabla 34. <i>Resultado del ensayo de equivalente de arena.</i>	63
Tabla 35. <i>Determinación de partículas de partículas chatas y alargadas.</i>	63
Tabla 36. <i>Determinación de partículas de una cara fracturada.</i>	64
Tabla 37. <i>Determinación de partículas de dos a más caras fracturada.</i>	65
Tabla 38. <i>Determinación de los resultados del ensayo de sales solubles.</i>	65
Tabla 39. <i>Resultados del ensayo desgaste de abrasión.</i>	66
Tabla 40. <i>Obtención de los resultados del ensayo de proctor modificado.</i>	67
Tabla 41. <i>Resultados del ensayo de C.B.R. de la capa granular existente.</i>	68
Tabla 42. <i>Anotación de las lecturas de penetración del ensayo de C.B.R.</i>	69
Tabla 43. <i>Determinación de las curvas a diferentes cantidades de golpes.</i>	70
Tabla 44. <i>Correcciones para curvas a diferentes cantidades de golpes.</i>	70
Tabla 45. <i>Resultados obtenidos en las curvas de golpes.</i>	71
Tabla 46. <i>Corrección de las curvas de golpes.</i>	72
Tabla 47. <i>Comparación de resultados entre las normas EG-2013 e ISSA-A143.</i>	73
Tabla 48. <i>Requerimientos para bases granulares y los resultados.</i>	74

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Plaza de armas de la provincia de Azángaro.....	2
<i>Figura 2.</i> Pésimo estado de la carretera por falta de conservación.....	3
<i>Figura 3.</i> Ubicación del tramo de carretera en estudio.	8
<i>Figura 4.</i> Inicio del tramo en estudio progresiva km 23+00, Azángaro – Muñani.	13
<i>Figura 5.</i> Mapa de orden departamental de la región Puno.....	14
<i>Figura 6.</i> Consecuencias de no realizar mantenimientos preventivos.	15
<i>Figura 7.</i> Paquete estructural y comportamiento de los pavimentos.	16
<i>Figura 8.</i> Laboratorio de suelos, concreto y asfalto de la DRTC de Puno.	17
<i>Figura 9.</i> Tamices para granulometría de suelos	19
<i>Figura 10.</i> Aparatos para realizar los ensayos de límites de Atterberg.....	20
<i>Figura 11.</i> Prensa de carga CBR.....	21
<i>Figura 12.</i> Molde para proctor y martillo compactador.....	22
<i>Figura 13.</i> Diferencias entre Micropavimento y Slurry Seal.....	23
<i>Figura 14.</i> Micropavimentos una opción ambiental amigable.....	24
<i>Figura 15.</i> Cantera de agregado del río Ramis.....	25
<i>Figura 16.</i> Diferentes variables de filler mineral.....	25
<i>Figura 17.</i> Fuente de agua (Río Ramis).	26
<i>Figura 18.</i> Máquina para ensayo de abrasión en húmedo.....	27
<i>Figura 19.</i> Máquina para ensayo de la rueda cargada.	28
<i>Figura 20.</i> Máquina para Ensayo de Schulze Beuer and Ruck.....	28
<i>Figura 21.</i> Proceso de cuarteo de la muestra (arena chancada).	40
<i>Figura 22.</i> Proceso de zarandeo del agregado fino, pasante la malla N.º 4.	41
<i>Figura 23.</i> Representación gráfica tamaño de las mallas U.S. Standard del agregado	42
<i>Figura 24.</i> Representación gráfica tamaño de las mallas U.S. Standard del filler.	44
<i>Figura 25.</i> Colocación de la varilla lastrada con disco de asentamiento.	44
<i>Figura 26.</i> Proceso de agitación simultanea de la probeta graduada de plástico.	45
<i>Figura 27.</i> Geotecnia, Pavimentos y Construcción.....	46
<i>Figura 28.</i> Máquina de Abrasión Los Ángeles.....	48

<i>Figura 29.</i> Mezclado manual de todos los materiales.	51
<i>Figura 30.</i> Adición de la emulsión asfáltica al recipiente.	52
<i>Figura 31.</i> Retirado del cono de Kansas y lectura de la consistencia de la mezcla. ...	53
<i>Figura 32.</i> Preparación y colocación del cono de Kansas sobre lamina de papel.	53
<i>Figura 33.</i> Máquina simulador de abrasión en húmedo.	54
<i>Figura 34.</i> Cuerpo de prueba enfriado a temperatura ambiente.	54
<i>Figura 35.</i> Diagrama desgaste – porcentaje de cemento asfáltico.	55
<i>Figura 36.</i> Enfriado de cuerpos de prueba, para el ensayo de L.W.T.	56
<i>Figura 37.</i> Diagrama arena adherida – porcentaje de cemento asfáltico.	57
<i>Figura 38.</i> Determinación del contenido óptimo de asfalo.	57
<i>Figura 39.</i> Tamaño de las mallas U.S. Standard de los agregados de la capa base. ...	61
<i>Figura 40.</i> Gráfico del ensayo de límite líquido.	62
<i>Figura 41.</i> Gráfico de proctor modificado (relación de humedad – densidad).	67
<i>Figura 42.</i> Gráfico del ensayo de Relación de Soporte de California.	69
<i>Figura 43.</i> Curva a diferentes cantidades de golpes.	71

Índice de abreviaturas

AASHTO	(American Association of State Highway and Transportation Officials)
APA	(American Psychological Association)
ASTM	(American Society for Testing and Materials)
CBR	(Californian Bearing Ratio)
CFTPUCV	(Centro de Formacion Técnica de la Pontificie Universidad Catolica de Valparaiso)
DRTC	(Direccion Regional de Transportes y Comunicaciones)
DS	(Decreto Supremo)
EG	(Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción)
Emp	(Empalme)
ISSA	(International Slurry Surfacing Association)
LWT	(Loaded Wheel Test)
PMBE	(Polymer modified bitumen emulsion)
SUCS	(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
UTN	(Universidad Tecnológica Nacional)
WTAT	(Wet Track Abrasion Test)
WEF	(World Economic Forum)

Resumen

El actual proyecto de investigación que lleva como título “Diseño de micro-pavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022”, presenta como objetivo general realizar el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

En este proyecto de tesis se empleará un diseño no experimental, descriptiva, en cuanto a la población tenemos a la carretera de orden departamental y que tiene como clasificador de ruta la denominación de PU-111 que cuenta con una longitud total de 99.77 kilómetros, de la misma manera la investigación cuenta con una muestra de 15 kilómetros, desde la progresiva km 23+000 al km 38+000 comprendidos en el tramo de Azángaro – Muñani. Para efectuar la recolección de datos se utilizará la observación directa, así como el uso de manuales y ensayos en laboratorio.

Palabras clave: Micropavimento, mejoramiento, carretera, diseño

Abstract

The current research project entitled "Microsurfacing design for the improvement of the progressive PU-111 highway km 23+000 to km 38+000 section Azángaro - Muñani, Puno - 2022", presents as a general objective to carry out the design of micro-surfacing for the improvement of the progressive PU-111 highway km 23+000 to km 38+000 section Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

In this thesis project, not experimental design will be used, specifically quasi-experimental, in terms of the population we have the highway of departmental order and that has as route classifier the denomination of PU-111 that has a total length of 99.77 kilometers, of In the same way, the research has a sample of 15 kilometers, from the progressive km 23+000 to km 38+000 included in the Azángaro – Muñani section. To carry out the data collection, direct observation will be used, as well as the use of manuals and laboratory tests.

Keywords: Microsurfacing, improving, road, design

I. INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo, el uso de pavimentos de asfalto es cada vez más común, mejorando significativamente la transitabilidad y el confort en las vías. La aplicación de esta importante tecnología se convirtió en una necesidad, garantizando relativamente la seguridad de los vehículos, y por lo tanto la seguridad de los seres humanos, la construcción y uso de pavimentos va en aumento y se hizo imprescindible, llevando consigo desarrollo y crecimiento económico. En el mundo aproximadamente el 90% son pavimentos de asfalto, esto es un indicador claro del desarrollo social y económico de un país, ya que repercute en la calidad del transporte de pasajeros y de carga, “siendo este un material generalmente económico, en su contraparte presentan agrietamientos y se vuelve frágil con el paso del tiempo, es por ello que necesita una serie de medidas y un constante mantenimiento” (Chilipio, 2020, p. 2).

En Latinoamérica los países enfrentan muchos inconvenientes en la administración de sus carreteras, problemas que se presentan en los diferentes niveles de gobierno, sumado a ello las diferentes y complicadas topografías de los terrenos, las complicadas condiciones climatológicas, asimismo, existen diferentes conflictos socio-políticos y técnico-financiero, a pesar de las vicisitudes que se presentan. Los países con mayor inversión en infraestructura vial, “tiene como grandes protagonistas a países como: Colombia, República Dominicana, Brasil, Argentina, Uruguay, Costa rica, Ecuador, Panamá, México y Chile. Siendo este último el país con la mejor infraestructura vial de esta parte del hemisferio” (WEF, 2020, p. 78).

En el Perú el uso de las tecnologías de los pavimentos en carreteras no es nuevo, sino de muchos años atrás, los pavimentos recorren una serie de vicisitudes durante su tiempo de servicio. Hay diferentes tipos de carreteras en el Perú, las carreteras que existen actualmente son: carreteras en precipicio, carreteras en media ladera y que abundan en la sierra del Perú, carreteras que van en altiplanicie, carreteras en valle bajo, carreteras que están en las grandes ciudades, carreteras que tienen varios carriles y que incorporan el concepto de autopistas, etc. El Perú al poseer diferentes tipos de climas y geografías, es participe de esta gran variedad en temas de tipologías de carreteras en la que circunscribe nuestro país.

En la región de Puno nuestra realidad no es distinta a la de otras regiones, teniendo serios problemas de conservación y/o mantenimiento de vías, que suelen caracterizarse por las prematuras deficiencias de nuestras principales carreteras, caminos vecinales y por la ausencia de proyectos viales tendientes a mejorar nuestra red vial, dificultando así el tránsito fluido de los vehículos.

La provincia de Azángaro cuenta con una demarcación de terreno total de 533.47 km², una de las carreteras que intercomunica esta importante provincia de la región de Puno, es la carretera de orden departamental PU-111, siendo está administrada por la DRTC-Puno, entidad perteneciente al Gobierno Regional de Puno.



Figura 1. Plaza de armas de la provincia de Azángaro.

En la actualidad las estructuras de los pavimentos se ven sometidos a esfuerzos cada vez más grandes. Si bien el desarrollo económico de los pueblos se desarrolla en base a la fluidez de sus intercomunicaciones, mediante redes viales y otras formas de comunicación, el prematuro deterioro de las vías de comunicación trae consigo postergación, molestias, mayores costos de

operación vehicular, posibles accidentes de tránsito, mayor fatiga del conductor, etc. El tramo correspondiente al presente estudio no se encuentra en buen estado, debido a la falta de mantenimiento, debido a que ya cumplió su vida útil, sumado a ello el aumento del tráfico, la circulación de vehículos de alto tonelaje y las condiciones climáticas, perjudicando enormemente el tránsito vehicular, exponiendo peligrosamente la seguridad y generando incomodidad en los viajeros que circulan por esta vía.



Figura 2. Pésimo estado de la carretera por falta de conservación.

Los micropavimentos son una solución importante para vías con poco volumen de tránsito, siendo una alternativa técnico-económico importante, por las características de la carretera en estudio es viable aplicar esta tecnología en aras de mejorar la transitabilidad de los vehículos.

“En estos tiempos el cuidado del medio ambiente, el desarrollo sostenible ha sido tema fundamental en las investigaciones acerca de la industria de pavimentos, en merito a ello los

micropavimentos son considerados sostenibles y rentables” (...) (Nishant, Anjan y Teiborlang, 2019, párr 2).

Problema general

La interrogante principal del problema en estudio es: ¿De qué manera se realizará el Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.

Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las características de los agregados de la base granular existente en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.
- b. ¿Cuánto afecta la relación, contenido de humedad y densidad máxima (proctor modificado) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.
- c. ¿Cómo influye la resistencia al corte del suelo (CBR) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.

Importancia y justificación del estudio

Uno de los aspectos esenciales de la economía de los pueblos son las vías de comunicación. Las carreteras son ejes fundamentales en la integración y desarrollo de los pueblos, diversos problemas seguramente hacen parte de la argumentación de porque no se hace un adecuado mantenimiento, estos diversos grados de deterioro van a indicar finalmente previo estudio que tipo de soluciones se van a implementar, antes de tomar una decisión de hecho es importante

hacer las evaluaciones correspondientes y junto a un diseño adecuado estas perdurarán en el tiempo.

Justificación Teórica: La investigación otorgará metodología de un adecuado diseño de Micro-pavimentos, cumpliendo con las normas establecidas y optimizando recursos disponibles en la zona de estudio.

Justificación social: La investigación planteada busca contribuir con alternativas interesantes de mantenimiento y restauración de vías. La importancia del mejoramiento de esta vía existente, en la actualidad es una necesidad, mejorando la comunicación vial entre los pueblos que comunica la carretera PU-111, otorgando confort y llevando consigo prosperidad.

Justificación económica: El micropavimento es una alternativa tecnológica importante en términos de costo-beneficio, para tener una carpeta de rodadura de alto performance, así prolongar la vida útil del pavimento. Realizando un buen diseño, realizando una correcta selección de materiales y de la mano de un correcto proceso constructivo.

Justificación ambiental: El micropavimento es una alternativa interesante, de tratamiento superficial rápido, amigable con el entorno ambiental, ya que el cuidado del medio ambiente influye positivamente en la calidad de vida de la población.

Objetivo general

El objetivo principal en el desarrollo de la presente investigación es: Realizar el diseño de micropavimento para la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Muñani – Azángaro región Puno – 2022.

Objetivos específicos

- a. Las características de los agregados de la base granular existente son adecuados en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.
- b. Establecer cuánto afecta la relación, contenido de humedad y densidad máxima (proctor modificado) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.
- c. Obtener la influencia de la resistencia al corte del suelo (CBR) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU.111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo: Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

Hipótesis general

En consecuencia, se planteó la posible respuesta al problema de investigación, la hipótesis general planteada es: El diseño de micropavimento se realizará respetando las normas ISSA-143 y EG-2013, en el mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

Hipótesis específicas

- a. Las características de los agregados de la base granular existente son adecuados en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.
- b. La relación contenido de humedad y densidad seca (proctor modificado) afecta considerablemente en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para

mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

- c. La resistencia al corte del suelo (CBR) influye positivamente en la en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU.111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo: Azángaro -Muñani, Puno – 2022.

Delimitación de la investigación

Delimitación espacial: La actual investigación se realizó en la carretera departamental PU-111, tramo: Azángaro – Muñani; provincia de Azángaro del departamento de Puno.

➤ Clasificador departamental	Ruta departamental PU-111
➤ Departamento	Puno
➤ Provincia	Azángaro
➤ Cota de inicio	4,032.670 m.s.n.m.
➤ Cota final	3,936.643 m.s.n.m.
➤ Tramo de estudio	Azángaro – Muñani
➤ Kilómetro de inicio	23+000
➤ Kilometro final	38+000
➤ Longitud de tramo	15.00 km.

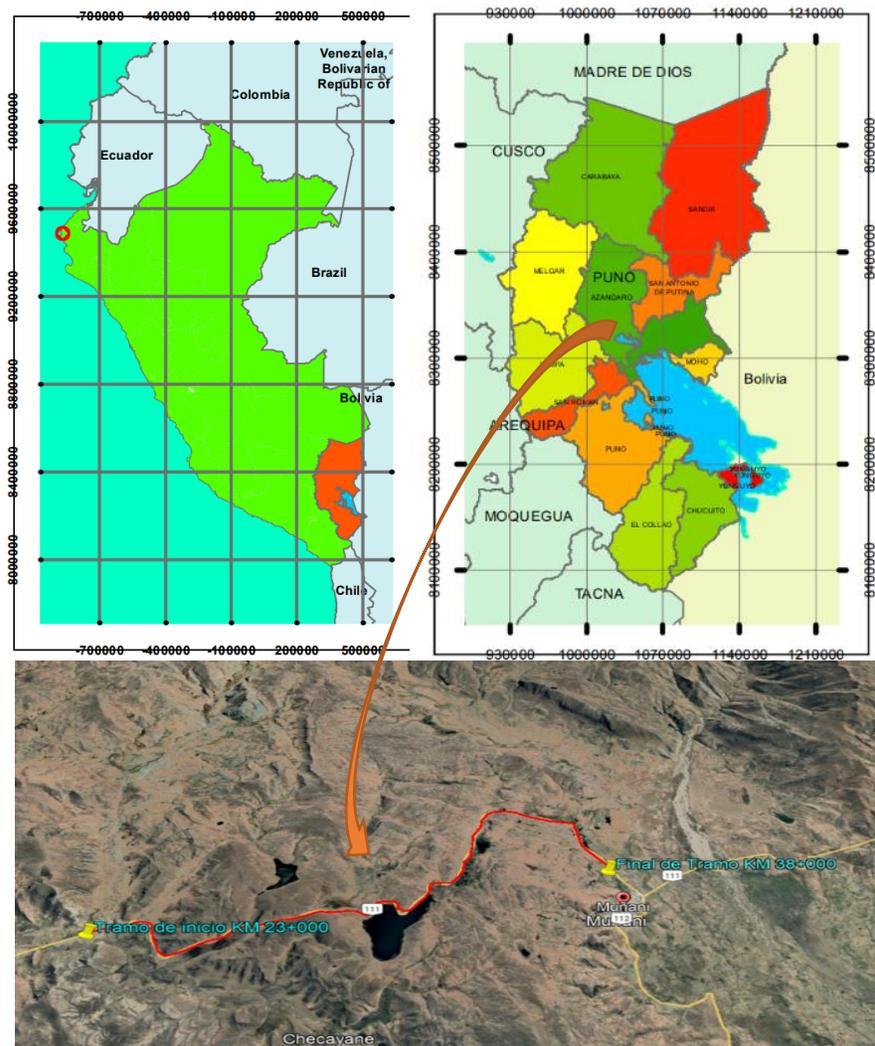


Figura 3. Ubicación del tramo de carretera en estudio.

Delimitación temporal: Esta investigación se ejecutará con un lapso de tiempo de 2 meses, los cuales fueron los meses de marzo y abril respectivamente del año 2022, tiempo en la que se recolecto datos e información relevante para terminar de desarrollar la presente investigación.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

En la actual investigación se ejecutó la exploración bibliográfica de diferentes repositorios de universidades, del mismo modo se realizó la revisión de una variedad de libros, artículos científicos, etc. En relación con los diseños de micropavimentos para carreteras, en ese proceso se observaron diferentes investigaciones.

Antecedente Internacionales

(Aldana, 2021); En su tesis de investigación titulada “*Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de un diseño de mezcla para micropavimento utilizando arena de río y arena triturada como agregado fino, aplicado a carreteras de segundo orden*”. En la cual su objetivo principal fue la de obtener un cotejo de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla de un determinado micropavimento, usando arena de río y arena triturada, como agregado fino. El autor planteó una Investigación cuantitativa experimental, en sus conclusiones indican que: Después de realizar los ensayo para determinar la calidad de los agregados, comparando un agregado del otro, se determinó que el agregado triturado presenta mejores resultados frente al agregado arena de río.

De la misma manera el autor determinó que el Micro-Pavimento interactúa positivamente con el agregado triturado, al existir buena compatibilidad en las pruebas de calidad de los materiales (emulsión – filler – agregado).

De igual manera el autor indica en sus conclusiones que para carreteras de bajo volumen de tránsito el Micro-pavimento es una tecnología aceptable, puesto que su elaboración, construcción y conservación es relativamente accesible y como una forma de reparación en vías que no tengan un nivel de desperfecto alto, el Micro-pavimento tiene la capacidad de reparar de forma óptima la capa de rodadura.

El autor afirma que el uso de los agregados de río o ya sean triturados se tomarán en cuenta de acuerdo al proyecto y su localización y la posibilidad de su obtención ya que un factor que afecta

el costo del proyecto es la distancia y la localización de canteras aptas para la aplicación de los Micro-pavimentos.

(Castiblanco, 2016); en su tesis de investigación titulada “*uso de micropávimentos para adecuación de vías municipales*”. En cuya investigación tiene como objetivo primordial ofrecer un soporte técnico, relacionado con ideas y conceptos teórico-prácticos, en la utilización de la tecnología denominada “Micropavimentos” con el objetivo de implementar esta alternativa como solución al mantenimiento de vías de tercer orden o vías municipales, el autor planteo una investigación experimental cuantitativa.

Para tal efecto el autor realizó un análisis sobre conceptos de sellos de lechada asfálticos y sus diferencias respecto de otros sellos, su aplicación y características de los distintos proyectos en la cual esta tecnología fue aplicada en varios países, aspectos fundamentales de diseño, desempeño, y especificaciones fueron analizadas por el autor.

De la misma manera el autor asevera en sus conclusiones que: Los micropavimentos permiten optimizar las condiciones de un determinado terreno, para así obtener capas de poco espesor, a pesar de esta condición los Micro-pavimentos cumplen de buena manera la función de los pavimentos flexibles tradicionales.

El autor indica como parámetro técnico que los micropavimentos no se aplicarán si la temperatura del pavimento o la temperatura ambiente sea menos de los 7°C y solamente se podrá utilizar los micropavimentos cuando la temperatura del pavimento o la temperatura ambiente este por encima de los 10°C.

En la investigación el autor concluyó, que técnicamente se puede ejecutar un micro-pavimento con materiales locales, maquinarias convencionales y mano de obra local; para la conformación de un pavimento con una óptima serviciabilidad y que tenga un buen comportamiento ante las solicitudes del tráfico vehicular.

(Toscano, 2014); en su tesis de investigación titulada “*Diseño de Micro-pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifo-Cusubamba, como parte del mantenimiento preventivo*”. Investigación en la cual el objetivo primordial del investigador fue diseñar un procedimiento preventivo del tipo Micro-

pavimento, que pueda restituir las propiedades físicas y mecánicas de una manera acelerada y óptima. El autor planeó una investigación cuantitativa, experimental.

El investigador manifiesta en sus conclusiones que:

El agregado: Es el elemento primordial en el diseño, la granulometría determina la cantidad de partículas finas, cantidad de partículas gruesas y estos serán los parámetros para determinar el tipo de micropavimentos a diseñar.

La emulsión: Es del tipo CSS, modificado con polímeros y sin presencia de aditivos; el emulsificante interactuó de forma satisfactoria con el agregado. El polímero que uso el autor fue SBS, la cantidad fue del 3% en relación al peso del asfalto, el emulsificante fue de tipo Asfier 211 G y presento una adecuada estabilidad, buena adherencia con el agregado.

Agua: El agua presente en el diseño fue potable y el porcentaje aplicado en la muestra fue del 13%.

Filler: El autor utilizó Cemento Portland Tipo I, el autor utilizó un porcentaje del 0.5% y fue determinada en función a los ensayos de laboratorio. Con su aplicación se obtuvieron mejores resultados en parámetros como: la consistencia, mejorando el tiempo de ruptura.

Antecedentes Nacionales

(Rodríguez, 2019); en su tesis de investigación titulada “*Aplicación de Micropavimentos para la conservación de la carpeta asfáltica de la avenida San Remo del distrito de Puente Piedra, 2019*”. En la cual el objetivo primordial del investigador fue la de precisar el uso de la tecnología de Micro-pavimentos como influye en su conservación del deterioro de la carpeta asfáltica, el investigador planteó una investigación cuantitativa, aplicada experimental.

En sus conclusiones el investigador asevera que el micropavimento optimiza la conservación de la carpeta asfáltica de rodadura, para tal fin es indispensable realizar un trabajo enlazado y por fases, inspeccionando constantemente la estructura conformante del pavimento, localizando tempranamente las fallas que se presenten y así poder realizar las intervenciones pertinentes.

El autor indica que la utilización de los micropavimentos mejora significativamente el deterioro de la carpeta asfáltica; aplicando un correcto diseño y así contener el avance de los daños hallados en las evaluaciones, para tal fin el uso de agregados de excelente calidad y el diseño

emulsificante de acuerdo a los requerimientos establecidos en la International Slurry Surfacing Association – ISSA A143, son pilares fundamentales para la aplicación de esta tecnología.

De igual manera el autor estableció que la aplicación de esta tecnología mejora significativamente la condición de impermeabilidad de la carpeta asfáltica; permitiendo cubrir las capas inferiores de manera eficiente; por la función de manto impermeabilizante que cumplen los Micro-pavimentos.

(Laguna & Suárez, 2020); en su tesis de investigación titulada “*Diseño del Micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores – 2020*”. En cuya investigación el autor planteó como objetivo general determinar cuánto influye el uso del micropavimento en la conservación de la carpeta asfáltica, examinando si es posible mejorar sus características y si alarga la vida útil del pavimento. El investigador planteo una investigación aplicada experimental.

En las conclusiones planteadas por los investigadores aseveran que los micro-pavimentos influyen positivamente en el sustento de la carpeta asfáltica, para obtener resultados óptimos se necesita de un trabajo exhaustivo en tiempo y colocación. En merito a lo antes mencionado es de suma importancia adoptar mantenimientos preventivos, evaluando constantemente el estado de la estructura de los pavimentos, identificando prematuramente los deterioros presentes en las carreteras. De la misma manera se debe tener principal atención en la selección de materiales a la hora de diseñar.

(Scaramutti & Vásquez, 2020); en su tesis de investigación titulada “*Influencia de la variabilidad de la granulometría del agregado en la deformación permanente de Micro-pavimentos para el proyecto de conservación vial complementario Huancavelica tramo V: Acobamba-Puente Alcomachay*”. En cuya investigación los autores plantearon como objetivo general examinar cuanto influye la variación granulométrica invariable de la deformación de micropavimentos en cuanto a la aplicación granulométrica del tipo III por medio de ensayos de laboratorio. Los investigadores plantearon una investigación cuantitativa, nivel de investigación explicativo, alcance correlacional, los investigadores plantearon un diseño cuasi experimental. En las conclusiones planteadas por los investigadores que al calcular el desplazamiento lateral de la probeta ensayada e la prueba rueda cargada, la cual está ligada a una deformación

permanente. Según la norma ISSA tiene como valor máximo 5% como desplazamiento lateral, de acuerdo a la aplicación de los ensayos en las muestras A y B se obtuvieron resultados de 4.33% y 4.47%, en el caso de la tercera muestra se obtuvo un resultado de 19.33%, esto en razón de que el valor en porcentaje correspondiente y que pasa a la malla N° 30 y N° 200 de su granulometría está cerca al límite inferior de uso tipo III.

De la misma manera los autores concluyeron que en relación a los agregados finos, son de suma importancia a la hora de realizar un diseño óptimo y así el Micro-pavimento tenga un comportamiento adecuado y no presente deficiencia a la hora de su aplicación.

Bases teóricas

Carreteras

“Camino por el cual circulan vehículos automotores de al menos 2 ejes, las cuales cumplen con ciertas características típicas geométricas como son: pendiente longitudinal y transversal, sección transversal y muchos elementos, las cuales deben cumplir con las normas” (...) (Glosario de Términos, 2018, p 7).



Figura 4. Inicio del tramo en estudio progresiva km 23+00, Azángaro – Muñani.

Red vial departamental o regional

“Están conformadas por las carreteras que forman parte de la red vial de orden departamental que están delimitadas, administradas y de competencia de los gobiernos regionales, estas articulan la red vial de orden nacional con la red vial vecinal” (MTC, 2007, p.3).

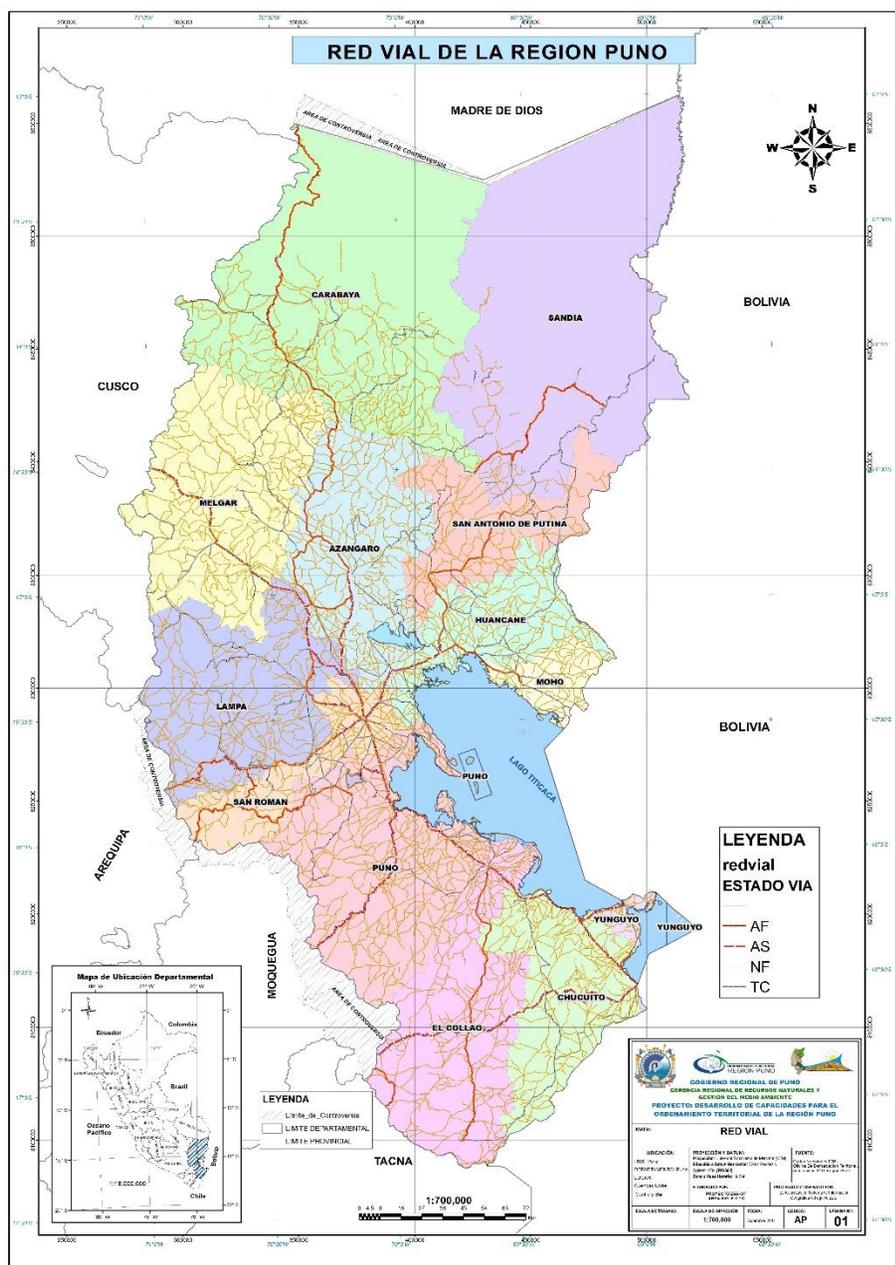


Figura 5. Mapa de orden departamental de la región Puno.

Mantenimiento de pavimentos

“Las entidades administradoras de carreteras se enfrentan al deterioro prematuro de los pavimentos, sumado a ello a los limitados presupuestos con los que cuentan” (Torres, et al. 2018, párr 1).

En el Perú las autoridades de turno al parecer aún no tienen claro el concepto de mantenimiento, ya que a veces construyen carreteras, dejan que pase el tiempo, que las carreteras se deterioren y colapsen totalmente para después nuevamente volver hacer una rehabilitación o reconstrucción a eso estamos acostumbrados y esto es la realidad latinoamericana, no solamente la realidad del Perú.



Figura 6. Consecuencias de no realizar mantenimientos preventivos.

Pavimento

“Es la estructura que están conformadas por una capa individual o varias capas de materiales naturales o no, estas serán puestas sobre un terreno adaptado y acondicionado con la finalidad de tener una superficie durable y resistente” (UTN, 2017, p. 2).

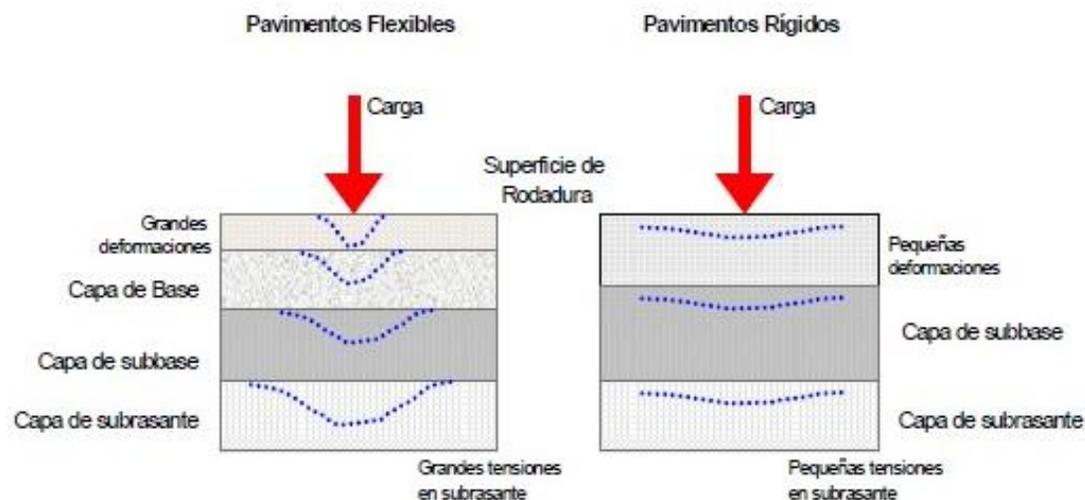


Figura 7. Paquete estructural y comportamiento de los pavimentos.

Subrasante

“Es el suelo que funciona como fundación para la estructura del pavimento (...) presentan ciertas propiedades como: clasificación de suelos, plasticidad, resistencia al corte, sensibilidad a las heladas y drenaje” (ALEPH, 2021, párr 2).

Subbase

“Es la capa del paquete estructural que se encarga de resistir y transmitir las cargas de las capas superiores como la base y la carpeta de rodadura, su dimensión será de acuerdo al diseño” (Rodríguez, 2019, p. 11).

Base

“Se define como la capa del paquete estructural establecido por encima de la subbase, para obtener una capa óptima los materiales utilizados deben ser de excelente calidad, tiene función estructural y resiste las presiones transmitidas por los vehículos” (VISE, 2021, párr 7).

Capa de rodadura

“Esta capa está formada por material pétreo y se le agrega un material asfáltico que cumple la función de aglutinante. Se encarga de transmitir las cargas de los vehículos hacia la capa de base” (...)(VISE, 2021, párr 7).

Ensayos de mecánica de suelos

Son procedimientos que nos ayudan a obtener las características de los diferentes tipos de suelos, estas pruebas nos ayudan a realizar la inspección y reconocimiento de un determinado terreno.



Figura 8. Laboratorio de suelos, concreto y asfalto de la DRTC de Puno.

Ensayos estándar y especiales

Los ensayos se detallan a continuación:

Ensayos estándar

- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D 422, MTC E 107 – 2000.
- ✓ Límites de Atterberg, (Límite líquido y Límite plástico) ASTM D 4318, MTC E 110, 111 – 2000.
- ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883, que incluye el ensayo preliminar de Proctor Modificado ASTM C 1557, MTC E 132 – 2000.
- ✓ Clasificaciones SUCS.
- ✓ Clasificaciones AASHTO.

Ensayos especiales

- ✓ Gravedad Específica (grueso, fino) ASTM C – 127, MTC E 206 – 2000.
- ✓ Absorción (grueso, fino) ASTM C – 128, MTC E 205 – 2000.
- ✓ Equivalente de Arena ASTM C 2419, MTC E 114 – 2000.
- ✓ Impurezas Orgánicas MTC E 213 – 2000.
- ✓ Sales Solubles Totales MTC E 219 – 2000.
- ✓ Contenido de Sulfatos.
- ✓ Contenido de Cloruros.
- ✓ Abrasión Mecánica (máquina de los Ángeles) ASTM C-131, MTC E 207 – 2000.
- ✓ Durabilidad agregado grueso ASTM C-88, MTC E 209 – 2000.
- ✓ Durabilidad agregado fino ASTM C-88, MTC E 209 – 2000.
- ✓ Adherencia ASTM D-1464, MTC E 520 – 2000.
- ✓ Ensayos Riedel Weber ASTM D-1464, MTC E 220 – 2000.
- ✓ Partículas Chatas y Alargadas ASTM D 4791, MTC E 221 – 2000.

Análisis granulométrico

“Nos permite conocer las dimensiones de granos de los sedimentos presentes en una muestra (...) mediante el cual se obtiene las propiedades mecánicas, tamaño y origen dentro de la escala granulométrica” (CFTPUCV, 2021, párr, 1).



Figura 9. Tamices para granulometría de suelos

Límites de Atterberg

“Son de uso obligatorio para examinar los efectos de la aplicación del suelo y su impacto en la labranza y la construcción sobre el comportamiento del suelo” (...) (Hernández, Figueroa, y Martínez, 2019, p. 3).



Figura 10. Aparatos para realizar los ensayos de límites de Atterberg.

Clasificación de suelos ASSHTO y SUCS

“Los dos métodos de clasificación básicamente usan los mismos criterios de aplicación e información y son determinantes al momento de realizar la clasificación de suelos, límites de Atterberg y granulometría” (Guerrero y Lucio, 2018, p. 2).

Ensayo de relación de soporte (CBR)

Vásquez & Garcia, (2021) señala que “este método de diseño tiene como objetivo primordial preservar la subrasante (...) el método de CBR tiene una restricción fundamental, ya que no tiene en cuenta la resistencia de las capas superiores del paquete estructural” (párr 10).



Figura 11. Prensa de carga CBR.

Ensayo de proctor modificado

ABC Geotechnical Consulting (s.f.) enfatizo que es “una prueba que se encarga de englobar el desarrollo de la compactación empleando el uso de laboratorios, el objetivo fundamental es obtener la relación existente contenido de agua – peso unitario del suelo, también conocido como curva de compactación” (párr 1).



Figura 12. Molde para proctor y martillo compactador.

El Micropavimento

Introducción

“El micropavimento utiliza agregados bien graduados, polímeros eficaces aditivos químicos (...) para crear una capa de rodadura delgada (9mm @ 1.5 veces el agregado grueso) de alto rendimiento, pero a la vez duradera en el tiempo” (Zulu y Mukendi, 2018, p. 2242).

“Existe una marcada diferencia con el Slurry Seal y es la configuración al momento de la solidificación. La suspensión está relacionada con la pérdida de agua en la emulsión de superficie negra” (Ravekar y Jaju, 2022, párr 2).

DIFERENCIAS EN:	MICROPAVIMENTO	SLURRY SEAL
Emulsión Asfáltica	Siempre modificado con polímero, fraguado rápido	Puede ser modificado con polímero
Agregado Calidad/Gradación	Especificaciones más estrictas para arena equivalente; use solo Tipo II y Tipo III	Puede usar Tipo I, II o III
Aditivos / Rotura	Rotura química en gran parte independiente de las condiciones climáticas	La rotura y el curado dependen de las condiciones climáticas
Mescla Rigidez / Equipo	Mezcla más rígida, use barrenos en la caja esparcidora y cortador secundario	Mezcla más suave, use caja de arrastre
Aplicaciones	Igual que el Slurry Seal + relleno de surcos, noche Trabajo, corrección de menores irregularidades en el perfil de superficie.	Corregir desmoronamiento, sellado de pavimentos oxidados, restaurar la resistencia al deslizamiento.

Figura 13. Diferencias entre Micropavimento y Slurry Seal.

El micropavimento ofrece varias ventajas sobre las técnicas convencionales de mezclas en caliente, el producto es aplicado en un solo procedimiento de un paso y normalmente no requieren compactación. Prácticamente el micropavimento es una evolución de la tecnología conocida en el Perú como Slurry Seal. A veces cuando hablamos de soluciones básicas en carreteras vecinales o departamentales, siempre pensamos en una actividad de mantenimiento con Slurry Seal.

Sin embargo, en otros países prácticamente ya no se usa, porque es una técnica muy antigua, es una técnica se podría decir en dónde vamos a demorar mucho tiempo en aperturar al tráfico y por lo tanto generaremos mucha incomodidad al usuario ya que lo ideal al momento de realizar trabajos de mantenimiento y/o conservación de carreteras, lo tenemos que ejecutar en tiempo récord sin afectar mucho al usuario de la vía.



Figura 14. Micropavimentos una opción ambiental amigable.

Definición

“Se define como una combinación de agregados, emulsión asfáltica modificada, agua, cemento y aditivos. En las proporciones correctas, mezclados, pueden ser aplicados en una superficie que cumpla con las exigencias de acuerdo a las especificaciones de las normas vigentes” (NORMA ISSA – 143, 2010, p. 2).

Problemas del uso del micropavimento

“Existen inconvenientes relacionados con los agrietamientos por reflexión, así como también el inconveniente del ruido en el uso de micropavimento puesto en servicio” (Bhrargava, Kumar y Rynthathiang, 2019, párr 2).

Requerimiento de los materiales

Agregados pétreos

“En el uso de los Micropavimentos los agregados son elementos fundamentales, es por ellos que el tipo utilizado será especificado de acuerdo a su tipo de gradación (...) será de piedra chanchada sin sustancias que modifiquen la mezcla emulsión-agregado” (Chillipio, 2020, p 13).



Figura 15. Cantera de agregado del río Ramis.

Filler de aportación

“El filler mineral debe provenir de cal hidratada o cemento portland de excelente calidad que no tenga presencia de terrones, la cantidad óptima de mineral a utilizar será obtenido de acuerdo al diseño de mezcla realizado en laboratorio (...)” (Vargas, 2016).



Figura 16. Diferentes variables de filler mineral.

Agua

Según la norma ISSA (2010) señala que” la calidad del agua es sumamente importante, está debe de estar libre de contaminantes y sales que perjudiquen su composición, si hay dudas respecto a su calidad, esta debe ser examinada en el laboratorio” (...) (p.6).

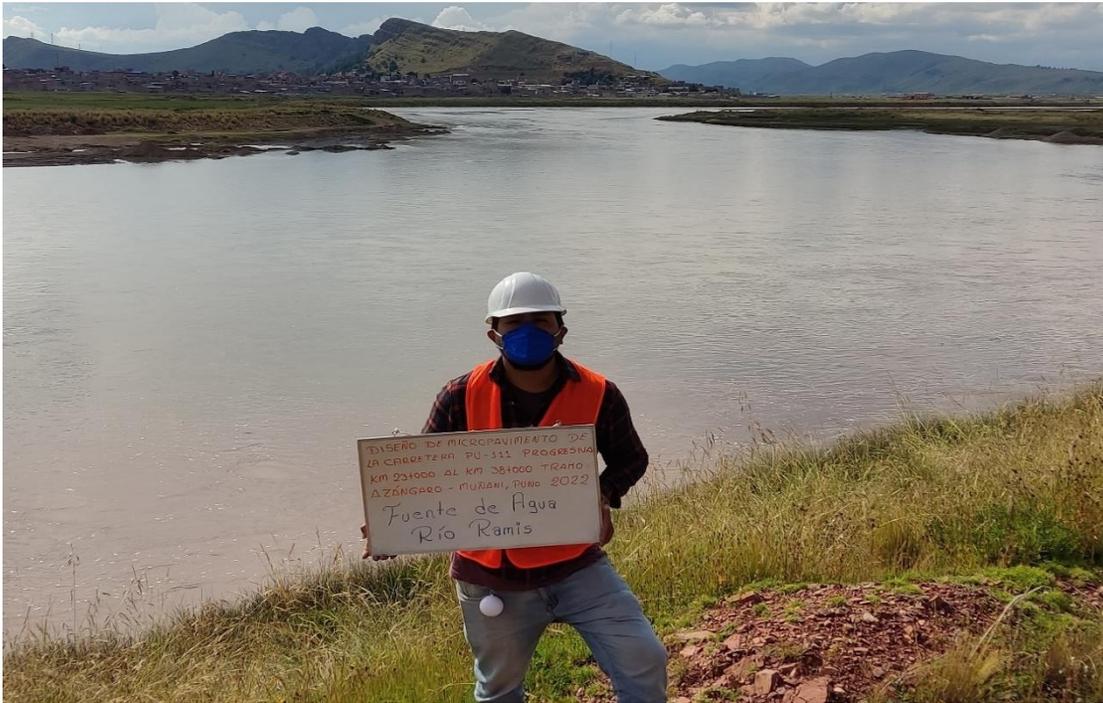


Figura 17. Fuente de agua (Río Ramis).

Aditivos

“Serán usados para controlar las propiedades de la emulsión, la rotura de mezcla de la emulsión y ver su compatibilidad. Solo se usarán en caso de que el diseño de micropavimento presente características que lo requieran” (Rodríguez, 2019, p. 68).

Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros

Su importancia dentro del diseño de un micropavimiento es esencial, “pruebas de betún demostraron que la clase de emulsionante y el tiempo de residencia de la emulsión de betún afectan las propiedades del PMBE” (Ziari, Zalnezhad, y Zalnezhad, 2021, párr 2).

Emulsiones Bituminosas en frío

“Estas son utilizadas actualmente alrededor del mundo en los pavimentos no estructurales, entre esas aplicaciones tenemos las lechadas bituminosas, que mejoran las cualidades de la superficie y aumenta la vida útil del pavimento” (Parilla, et al. 2019, párr 2).

Ensayos mecánicos

Abrasión en húmedo

“Tiene como finalidad identificar el desgaste por abrasión, la mezcla asfáltica sufre pérdida de peso, a su vez este ensayo mide la mínima cantidad de asfalto que debe contener la mezcla” (Laguna y Suárez, 2020, p. 24).



Figura 18. Máquina para ensayo de abrasión en húmedo.

Ensayo de la rueda cargada

“Este ensayo tiene como objetivo simular las deformaciones permanentes que se presentan en las mezclas asfálticas, producidas y ejercidas por el paso de los vehículos” (...) (Flores, Delgado, y Gómez, 20158, pag ix).



Figura 19. Máquina para ensayo de la rueda cargada.

Ensayo de Shulze Breuer and Ruck

“Este ensayo se realiza con el objetivo de obtener la compatibilidad de los agregados finos, emulsión y látex, mediante condiciones exageradas de temperatura y desgaste “(Rodríguez, 2019, p. 76).



Figura 20. Máquina para Ensayo de Schulze Beuer and Ruck.

Requerimiento para diseño de micropavimento

La exigencia requerida para el diseño de los micropavimentos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Exigencias para el diseño de micropavimentos en frío.

Ensayo	Norma	Exigencia
	ASTM D	
Consistencia	3910	2-3 cm
	ISSA TB-106	
Cohesión Húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín
Cohesión Húmeda (60 minutos)	ISSA TB-139	20 kg-cm mín.
Desprendiendo	ISSA TB-114	10% máx.
	ISSA TB 109	
Abrasión Húmeda (1 hora)	MTC E 417	538 g/m2 máx.
	ISSA TB 109	
Abrasión Húmeda (6 días)	MTC E 417	807 g/m2 máx.
	ISSA TB-109	
Rueda Cargada	MTC E 418	538 g/m2 máx.
	ISSA TB-147	
Desplazamiento Lateral	ISSA TB-147	5% máx
Tiempo de Mezclado (25°C)	ISSA TB-113	120 s mín. controlable

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque de la investigación

Bejas (2008) menciona que “La investigación cuantitativa recolecta información empírica (cosas que pueden contarse, pesarse o medirse) y que por su propia forma el resultado siempre es en términos de números” (p. 40).

La presente investigación es de enfoque **Cuantitativa**, por la manera en la que se ejecutará la investigación, en merito a lo antes mencionado esta investigación servirá de guía para el desarrollo de futuras investigaciones o su futura aplicación.

Tipo de investigación

Lozada (2014) señala que “El tipo de investigación aplicada adquiere un valor adicional por emplear los conocimientos provenientes de estudios básicos” (p. 35).

La actual investigación es **Aplicada**, ya que, utilizaremos normas y manuales ya decretados e investigaciones realizadas con antelación.

Diseño metodológico

Cabezas, Andrade, & Johana (2018) señalan que “La investigación descriptiva se caracteriza por ser formulado en relación a la realidad de un fenómeno (...) nos aportará un resultado preciso, bien elaborado y que sea fácil de entender” (p. 41).

La actual investigación es de diseño **No experimental**, ya que, no tendremos intervención directa y no alteraremos las variables de investigación; **transversal**, ya que, analizaremos las variables de estudio en un tiempo establecido.

Nivel

Esta investigación es **descriptiva**, en mérito a que se buscará definir las características de la capa granular existente en la carretera de estudio, así como realizar un óptimo y adecuado diseño

de micropavimento, la cual se hará mediante análisis de materiales, diseño de mezcla, moldado de cuerpos de prueba y determinación la cuantificación de materiales demandado para el diseño de micropavimento.

3.2. Variables de Operacionalización

Variable 1: Micropavimento

Tabla 2. Matriz de operacionalización de la variable 1.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
MICROPAVIMENTO.	Los micropavimentos son una combinación de materiales de excelente calidad. Con la dosificación correcta, mezclados y aplicados sobre un pavimento estructuralmente sólido, aporta notablemente en el tratamientos de mantenimiento de carreteras (Zulu y Mukendi, 2018).	El diseño de micropavimento para esta importante vía de comunicación se determinará mediante, control de calidad de los materiales, desempeño de los cuerpos de prueba en los ensayos de laboratorio a los que serán sometidos y diseño de mezclas.	Materiales.	Agregados, materiales bituminosos, agua, filler y aditivos.	Razón.
			Desempeño.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Abrasión en húmedo. ➤ Rueda cargada. ➤ Shulze Breuer and Ruck. 	
			Diseño.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad mínima de asfalto. ➤ Cantidad máxima de asfalto. ➤ Cantidad óptima de asfalto. 	

Fuente: Elaboración propia.

Variable 2: Mejoramiento de la Carretera PU-111

Tabla 3. Matriz de operacionalización de la variable 2.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mejoramiento de la carretera PU-111.	El mejoramiento de carreteras busca mejorar la eficiencia del transporte, reduciendo costos para el desplazamiento de personas, animales y mercancías. De la misma manera, se busca reducir las pérdidas de productos agrícolas, ya que la distancia de viaje se reducirán (Perú Construye, 2022).	En el mejoramiento de la carretera se busca conocer la disponibilidad y calidad de canteras mediante estudios de suelos y de la misma manera, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la capa base granular existente y así determinar la capacidad portante del terreno.	Características de los agregados.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis granulométrico por tamizado. ➤ Límites de consistencia. ➤ Clasificación SUCS. ➤ Clasificación ASSHTO. ➤ Equivalente de arena. ➤ Determinación de partículas chatas y alargadas. ➤ Desgaste de abrasión. 	Razón.
			Resistencia al corte del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ California Bearing Ratio (CBR). 	
			Relación contenido de humedad y densidad máxima.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proctor modificado. 	

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Valderrama (2016) asevera lo siguiente “La población son individuos o elementos a los cuales se les han adoptados algunos criterios de inclusión, para conseguir posteriormente una respuesta” (p. 188).

En merito a lo antes mencionado los detalles de la población se detalla a continuación:

Código de Ruta	PU-111
Trayectoria	Trayectoria: Emp. PE-34 B (Azángaro) – Pinguillane – Tintire - Condoriri - Soquia - Muñani - Picotani - Putupata - Moroccarca - Emp. PE-34 H (Quiscupunco).
Longitud total	99.77 kilómetros
Ubicación geográfica	Inicio: 37124-E, 8348880-N Final: 425845-E; 8395326-N
Clasificador de rutas	DS. N° 011-2016/MTC
Lugares por donde pasa	Rosas Pampa, Miraflores, Tintiri, Santa Ana, Bajo Tumuyo, Muyupampa 2, San Pedro 1,2,3,

Muestra

“Es una sección de la población (...) define unidades de muestreos y análisis, delimita la población y así generan resultados estableciendo parámetros” (Fernández y Baptista, 2014, p.172).

En merito a lo antes mencionado podemos decir que la muestra es una subdivisión del universo y/o población, la cual se analiza y evalúa de tal forma que se logró la satisfacción y precisión, la muestra será de 15 km. desde la progresiva 23+000 hasta la progresiva 38+000.

Muestreo

“Es una herramienta de la metodología de la investigación que tiene como objetivo principal la de identificar la parte de la población que se estudiará “(Hernández y Natalia, 2019, p.76).

En correlación a lo antes mencionado en la investigación se eligió el método no probabilístico por conveniencia, ya que seleccionaremos detalladamente a los sujetos y/o muestras del conjunto de la población usando criterios puntuales, teniendo en cuenta su representatividad, tomaremos en cuenta los ensayos que requiere el diseño de micropavimento.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

“La observación es una técnica en la cual el investigador debe cumplir un papel de espectador y tener un papel activo en todo el proceso, despejando dudas como: ¿Quién?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿porque? sea hace” (Tesis y Masters, 2021, párr 3).

En la presente tesis se estableció a la observación directa como técnica para ejecutar la recolección de datos, ya que podremos detectar, percibir y comprender directamente los problemas que pueda suscitarse en el proceso.

Instrumentos de recolección de datos

“Herramientas que forman una sección de un proceso de recolección de datos. Esta puede manifestarse en forma de guías, manuales, pruebas, cuestionarios, test” (Sánchez, Reyes, y Mejis, 2018, p. 78).

En la actual tesis de investigación los instrumentos de recolección de datos a ser usados son: fichas de campo, formatos de registros fotográficos, fichas para reunir información de datos en laboratorio, el manual ISSA – 143, manual EG-2013, normas ASSHTO, normas MTC. Estos instrumentos nos ayudarán en el proceso de ejecutar un adecuado diseño de micropavimento.

Validez y Confiabilidad

En la presente investigación se usarán herramientas que atenderán la validación de nuestras variables, un especialista del área será quien apruebe nuestras herramientas utilizadas. Los parámetros establecidos en las normas ISSA – 143, EG-2013, ASHHTO, MTC, serán las que regirán esta investigación. Por último, la confiabilidad de esta investigación está en manos y será determinada mediante los veredictos de especialistas en el rubro.

3.5. Procedimientos

En el acto del desarrollo de la actual tesis, la cual se llevará a cabo de manera organizada y estructurada, teniendo como primer orden la búsqueda de diferentes fuentes de información como son: tesis de posgrado, tesis de pregrado, artículos, libros, normas y videos. Antecedentes que nos guiaron por el sendero del conocimiento.

- a) Lo primero que se realizará será ir a la carretera de estudio y se procederá a realizar el reconocimiento del tramo y con ayuda de cámaras fotográficas se realizará unas fotografías para tener registro del actual estado del tramo de estudio.
- b) Realizar la recolección de materia prima del tramo de carretera en estudio (Calicatas, cantera de agregado y fuentes de agua).
- c) Obtener las propiedades físico-mecánicas de los agregados de la capa base granular existente por medio de ensayos de suelos en laboratorio (análisis granulométrico, límites de Atterbeg, clasificación SUCS, clasificación ASSHTO, equivalente de arena, determinación de partículas chatas y alargadas, partículas fracturadas).
- d) Verificar la resistencia al corte del suelo, verificar la densidad y humedad óptima, por medio de los ensayos CBR y Proctor Modificado respectivamente.
- e) Realizar la selección de los materiales para el diseño del micropavimento iniciando con la granulometría del agregado, siguiendo los parámetros establecidos en las normas ISSA – 143 y EG – 2013, después se realizarán los ensayos como son: índice de plasticidad, equivalente de arena, materia orgánica por ignición, sales solubles, pérdida en sulfato de sodio, pérdida de sulfato de magnesio, gravedad específica, ensayos de agua y azul de metileno. Con el fin de definir qué tipo de materiales será

el adecuado para el diseño de micropavimento, ya que tenemos que trabajar con materiales de mejor calidad, agregados de mejor calidad, pero también emulsión asfáltica de mejor calidad y dentro de ello lo primero que se incorpora son los polímeros.

- f) Efectuar ensayos mecánicos, para poder determinar el contenido de ligante como en todo lo que son diseños, si hablamos de asfalto, tenemos que determinar cuál es el contenido óptimo del ligante, entonces ahí hay que hacer básicamente los ensayos del W.T.A.T o ensayo de abrasión en húmedo (ISSA TB – 100), el ensayo de L.W.T o ensayo de la rueda cargada (ISSA TB – 109) y fundamental el ensayo de Schulze Breuer and Ruck (ISSA TB – 144).
- g) Obviamente como en todo diseño de asfalto se determinará el contenido teórico a partir de ello se hace un modelado de cuerpos de prueba para poder hacer el ensayo de abrasión en húmedo de acuerdo al ISSA TB – 100, se determinará el desgaste a la abrasión y se verificará que tanto ese micropavimento se va a desgastar y qué tan buena resistencia tendrá al desprendimiento de los áridos. Este ensayo básicamente lo que me va a mostrar es que tan resistente es ese diseño al desgaste por la abrasión al húmedo. es decir, sumergido bajo condiciones saturadas, es decir, sumergidas en agua, entonces con eso podríamos afirmar cuanto tiene que ser lo mínimo de asfalto que debe de tener esa mezcla.
- h) Por otro lado, está el ensayo de la rueda cargada este ensayo se hace de acuerdo a la ISSA TB – 109 y lo que básicamente se mide es la susceptibilidad que va a tener esta mezcla a deformarse, pero también a exudar, es decir bajo este ensayo lo que también se determinará cuanto es lo máximo que se tiene que colocar de asfalto a la mezcla.
- i) Después de hacer el ensayo de abrasión en húmedo, se tiene que determinar la compatibilidad de la emulsión con el agregado fino por medio del ensayo Schulze Breuer and Ruck, lo que se está buscando con este ensayo es que tan buena cohesión y adición tiene el material y lo que tenemos que corroborar son los desprendimientos ocasionados por la prueba de Schulze Breuer and Ruck.

3.6. Método de análisis de datos

El proceso de interpretación de resultados finales para el diseño de micropavimento y su análisis se efectuará mediante el software conocido como MS Excel, los datos obtenidos en laboratorio serán representados mediante cuadros, tablas y gráficos para su mejor entendimiento.

3.7. Aspectos éticos

Los valores, principios y virtudes son parte fundamental en el desarrollo personal y profesional, en mérito a lo antes mencionado podemos afirmar que en el proceso del desarrollo de esta actual investigación consideramos varios agentes éticos para su ejecución.

El autor y/o los autores de los diferentes tipos de trabajos de investigación que se utilizarán como referencia bibliográfica en esta investigación, serán debidamente citados, respetando siempre el trabajo de cada uno de ellos, mencionándolos oportuna y correctamente.

Los datos que se obtendrán en la recolección de datos, así como los datos que se alcanzarán en laboratorio son fehacientes, respetando los parámetros especificados en las normas ISSO – 143, EG-2013, ASHHTO y SUCS.

De la misma manera se respetará los lineamientos de las normas y/o guías proporcionadas por la Universidad y la Asociación Estadounidense de Psicología o APA en sus siglas en ingles.

IV. RESULTADOS

Presentación de la zona estudiada

Título de la tesis:

Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

Finalidad:

La finalidad del presente capítulo es la de presentar los resultados en mérito a los objetivos planteados.

Características técnicas de la vía

Velocidad Directriz	:	30 Km./h
Ancho de calzada	:	6.40 m
Bermas	:	Sin bermas
Cunetas	:	Sin cunetas
Pendiente máxima	:	7.82 %
Bombeo	:	2%
Superficie de rodadura	:	Carpeta Asfáltica en Caliente Deteriorada

Pavimento

Ancho de la calzada	:	6.40 m
Bombeo	:	2%
Tipo de material de superficie	:	Carpeta Asfáltica en Caliente deteriorada
Plazuela de paso	:	Sin plazuelas

Área de influencia

Tratándose de un proyecto de transporte, el área de influencia está definida por la delimitación geográfica, que permite determinar el uso de la carretera en determinado espacio de tiempo, es decir, aquella parte del espacio regional sobre el cual se desarrollan todas aquellas actividades

que generarán flujos de tráfico por la carretera en estudio. En tal sentido, el proyecto podrá servir, influenciar o modificar el comportamiento socioeconómico de dicha zona.

Área de influencia directa

El Área de Influencia Directa de la vía en estudio comprende 2 distrito: Azángaro - Muñani en las provincias de Azángaro, en el departamento de Puno, los cuales cubren una superficie de 6,522.30 m². Adicionalmente dentro del ámbito de cada distrito se ha identificado centros poblados y comunidades que se ubican a lo largo de la carretera y/o confluyen en ella, a través de la red de caminos vecinales y de herradura y que se beneficiarán por el establecimiento de una conexión vial rápida y segura que permita integrar los mercados de la sierra con los mercados interregionales.

Área de influencia indirecta

Para efectos de la determinación del Área de Influencia Indirecta del proyecto se tiene en cuenta a los distritos y/o centros poblados del área circundante que cuentan con otra vía alterna a la carretera en estudio, los que pueden considerar la conveniencia o no de concurrir a la carretera, considerando las ventajas que ofrecerá una carretera con mejores características técnicas y con superficie de rodadura, por lo que se asume que con el mejoramiento previsto estos pueblos se verán beneficiados, ante la posibilidad de disponer de otra ruta de acceso en mejores condiciones de transitabilidad.

Análisis o interpretación de resultados

En el presente capítulo se interpreta y detalla los resultados obtenidos procedentes de un exhaustivo estudio en laboratorio.

➤ Granulometría de los agregados

En esta tesis se tomó en cuenta la tasa de aplicación sugerida por el Manual EG – 2013 del MTC, derivado de la norma ISSA A143, en la presente tesis se siguió las recomendaciones de ambos manuales, empezando con la selección del agregado, el cual es procedente de la cantera Cabanillas, la trituración del agregado se obtuvo por medio de una chancadora de impacto la

cual hizo posible que la fracción fina del agregado sea de forma cubica y así obtener una granulometría conveniente para el TIPO III.

Tabla 4. Razón de aplicación sugerido de acuerdo al tipo de superficie.

TIPO DE AGREGADO	SUGERENCIA DE APLICACIÓN	RAZON DE UTILIZACION RECOMENDADA
TIPO II	Carreteras urbanas y residenciales Pistas de aterrizaje de aeropuertos	10 - 20 lb/yd ² (5,4 - 10,8 kg/m ²) Según sea necesario
TIPO III	Carreteras principales e interestatales	15 - 30 lb/yd ² (8,1 - 16,3 kg/m ²)

Fuente: Norma ISSA A – 143



Figura 21. Proceso de cuarteo de la muestra (arena chancada).

Tabla 5. Granulometría de los agregados en micropavimentos.

Tamices		Banda granulométricas Porcentaje en peso que pasa, %			
(mm)	(ASTM)	Tipo M-I	Tipo M-II	Tipo M-III	Tipo M-IV
12.500	1/2"				100
10.000	3/8"		100	100	85-98
5.000	N.º 4	100	85-95	70-90	62-80
2.500	N.º 8	85-95	62-80	45-70	41-61
1.250	N.º 16	60-80	45-65	28-50	28-46
0.630	N.º 30	40-60	30-50	18-34	18-34
0.315	N.º 50	25-42	15-35	12-25	11-23
0.160	N.º 100	15-30	10-24	7-17	6-15
0.080	N.º 200	10-20	5-15	5-11	4-9

Fuente: Manual de carreteras, EG – 2013.



Figura 22. Proceso de zarandeo del agregado fino, pasante la malla N.º 4.

Es por ello que a continuación se procede a presentar los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría (Tipo M-III), donde se realizaron 3 ensayos a 3 muestras de la misma cantera, resultantes con distintos pesos, para así poder obtener una muestra representativa, presentando el resultado promedio de los ensayos.

Tabla 6. Resultado del ensayo de granulometría (banda granulométrica Tipo III).

Tamices	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% Que Pasa	Especificaciones
ASTM	mm	M - 01	M - 02	M- 03	PROMEDIO	M - III
3/4"	19.000	-	-	-	-	-
1/2"	12.500	-	-	-	-	-
3/8"	9.500	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/4"	6.300	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
No.04	4.750	86.02	86.12	86.16	86.10	70 - 90
No.08	2.360	62.46	62.95	62.98	62.80	45 - 70
No.16	1.180	37.27	40.32	41.17	39.59	28 - 50
No.30	0.600	22.99	23.00	24.01	23.33	18 - 34
No.50	0.300	17.21	16.76	17.23	17.07	12 - 25.
No.100	0.150	10.58	10.11	10.68	10.46	07 - 17.
No.200	0.075	4.11	4.23	4.58	4.31	5 - 11.

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción

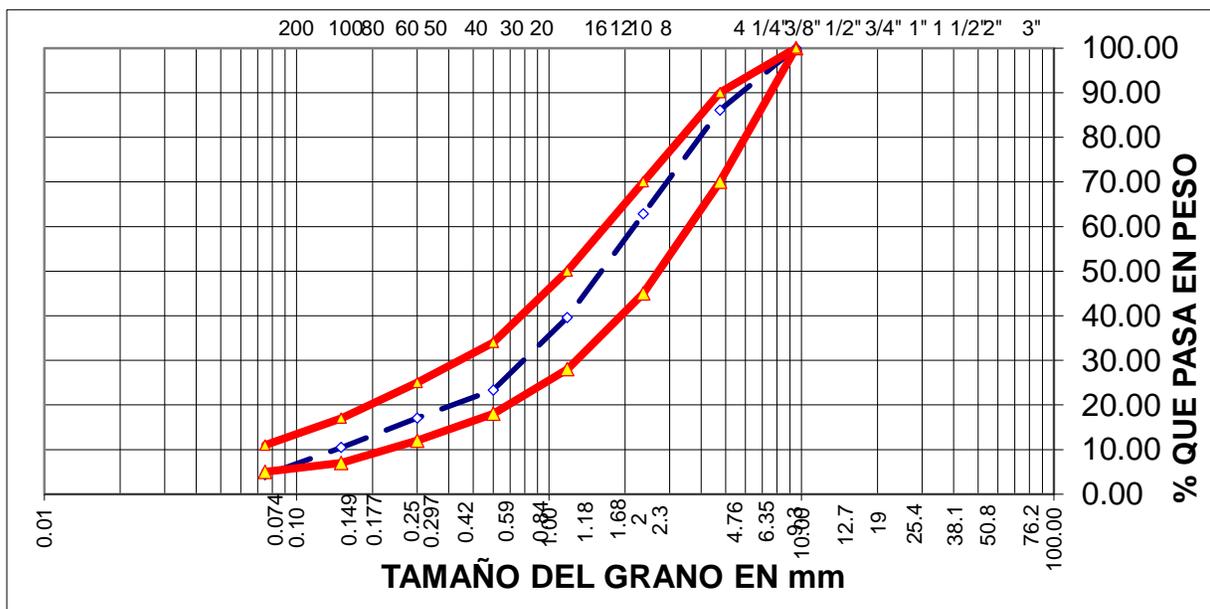


Figura 23. Representación gráfica tamaño de las mallas U.S. Standard del agregado

Interpretación: Como se puede observar en la tabla 6 y en la figura 23 el agregado en la malla No 200 está ligeramente fuera del intervalo de aceptación, empero lo establecido en la norma EG – 2013 nos indica que existen tolerancias para las distintas bandas de trabajo, en la tabla 7

se muestran dichas tolerancias, por lo cual se dio por aceptada la granulometría para el diseño de micropavimento.

Tabla 7. Tolerancia por banda de trabajo para agregados.

Tamices		Tolerancia en %
(mm)	(ASTM)	
5	N.º 4	+5
2.5	N.º 8	+5
1.25	N.º 16	+5
0.63	N.º 30	+5
0.315	N.º 50	+4
0.16	N.º 100	+3
0.08	N.º 200	+2

Fuente: Manual de carreteras, EG – 2013.

➤ Granulometría del filler

Siguiendo las sugerencias que nos indican las normas se realizó la granulometría al filler de aportación, en este caso en particular se utilizó Cemento Portland Tipo I.

Según Nishant, Anjan, Telborlang (2022) indica que “La meticulosa y correcta selección de la clase y cantidad de relleno mineral podría optimizar la durabilidad de las mezclas de los micropavimentos” (párr. 1).

Tabla 8. Resultado del ensayo de granulometría del Filler de aportación.

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
		M - 01	M - 02	M- 03	Promedio	Filler
					100.00	
No.30	0.600	99.36	99.14	99.06	99.19	100 - 100
No.50	0.300	98.51	98.11	97.97	98.20	95 – 100
No.100	0.150	97.24	96.56	96.57	96.79	95 – 100
No.200	0.075	95.12	94.49	94.39	94.67	70 – 100

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

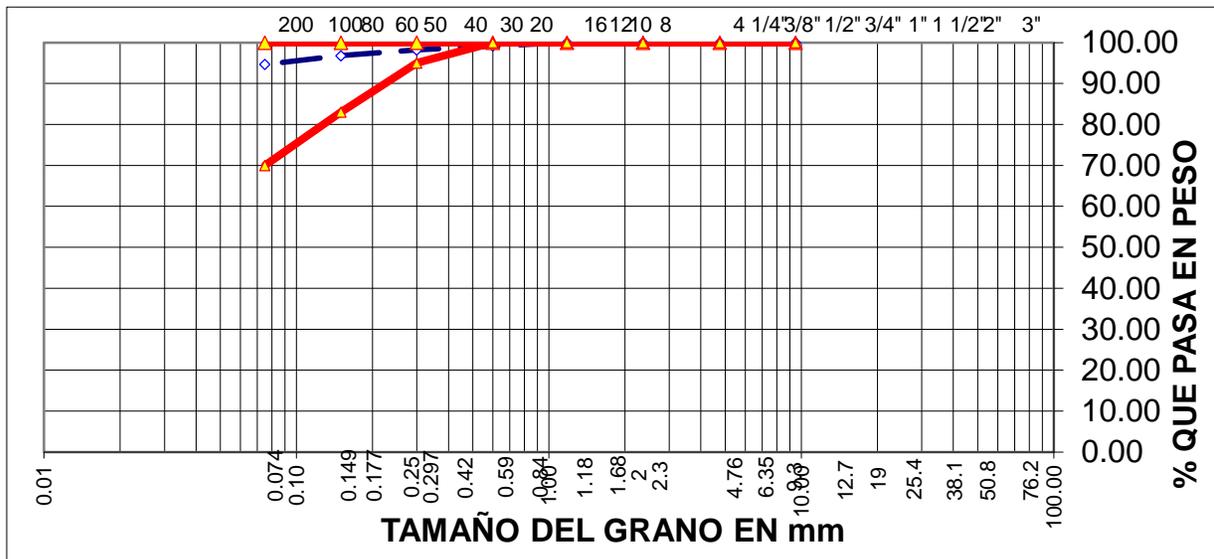


Figura 24. Representación gráfica tamaño de las mallas U.S. Standard del filler.

Interpretación: De la misma manera la granulometría realizada al filler de aportación (cemento portland tipo I), cumple con las exigencias expuestas en el manual EG – 2013 del MTC, estando estas dentro de los parámetros indicados.

➤ **Equivalente de arena (ASTM D2419)**

“Un equivalente de arena alto nos indica que en el agregado y/o material no habrá excesiva presencia de finos” (Rondon, Muniz, y Reyes, 2018, p. 86).



Figura 25. Colocación de la varilla lastrada con disco de asentamiento.



Figura 26. Proceso de agitación simultánea de la probeta graduada de plástico.

Tabla 9. Cálculo del ensayo de equivalente de arena.

(ASTM D 2419)				
Muestra	N°1	N°2	N°3	
Hora de entrada	08:25	08:27	08:29	
Hora de salida	08:35	08:37	08:39	
Hora de entrada	08:36	08:38	08:40	
Hora de salida	08:56	08:58	09:00	
Altura de nivel material fino	4.50	4.60	4.80	
Altura de nivel arena	3.80	3.90	3.50	
Equivalente de Arena	84.40	84.80	72.90	
Equivalente de Arena Promedio:	80.7			

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 10. Resultado del ensayo de equivalente de arena.

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
Equivalente de arena	EG - 2013	Mínimo 60.0%	80.70%
	ISSA - 143	Mínimo 65.0%	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De acuerdo a la tabla 10 el resultado obtenido mediante el ensayo de equivalente de arena cumple con las exigencias de las normas, teniendo como resultado 80.70% lo que indica la buena calidad del agregado ensayado.

➤ **Durabilidad de sulfato de sodio y sulfato de magnesio (ASTM C – 88/MTC E – 209)**

El objetivo del ensayo de durabilidad de sulfato de sodio y de sulfato de magnesio es la de obtener la durabilidad de los agregados a descomposición por inmersión de los sulfatos.

Tabla 11. Cálculo del ensayo de durabilidad de sulfato de Mg.

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO ₄ . Mg (5 CICLOS)					
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS
N° 04	N° 10	7.30	300.00	10.14	0.91
N° 10	N° 20	18.10	300.00	11.54	2.56
N° 20	N° 40	13.10	300.00	12.95	2.08
N° 40	N° 80	31.30	300.00	13.58	5.22
N° 80	N° 100	11.70	250.00	15.24	2.19
TOTALES		81.50			12.96

Figura 27. Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 12. Resultado del ensayo de durabilidad de sulfato de Mg.

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
Durabilidad de sulfato de Magnesio	ISSA - 143	Máximo 25.0%	12.96%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. *Calculo del ensayo de durabilidad de sulfato de Na.*

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO₄. Na (5 CICLOS)					
PASANTE DE MALLAS N° 04	RETENIDO EN MALLAS N° 10	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL 13.10	PESO DE LAS FRACCIONES AN- TES DEL ENSAYO 300.00	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO 7.26	% DE PERDIDAS CORREGIDAS 1.04
N° 10	N° 20	20.20	300.00	8.92	1.96
N° 20	N° 40	25.50	320.00	9.35	2.60
N° 40	N° 80	13.60	320.00	10.54	1.56
N° 80	N° 100	19.40	300.00	11.69	2.47
TOTALES		91.80			9.63

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 14. *Resultado del ensayo de durabilidad de sulfato de Na.*

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
Durabilidad de sulfato de Sodio	EG - 2013	Máximo 12.0%	9.63%
	ISSA - 143	Máximo 15.0%	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: en las tablas 12 y 14 se obtuvo como resultado 12.96% y 9.63% respectivamente, cumpliendo satisfactoriamente los niveles permisibles en las normas EG 2013 e ISSA – 143, lo cual nos indica que los agregados tienen una adecuada resistencia a la desintegración, cuando estos son sometidas y saturadas en sulfatos de magnesio y sodio.

➤ **Desgaste por abrasión (ASTM – 131/MTC – 207)**

El objetivo del ensayo desgaste por abrasión es la establecer la dureza del material y la resistencia a la abrasión en condiciones de tráfico.

Tabla 15. Cálculo del ensayo de desgaste de abrasión.

TAMAÑO DE MALLAS		MASA	MASA	MASA PERDIDA	% DE DESGASTE
PASA		ORIGINAL	FINAL	DESPUES DE 500	POR
RETIENE		(GRAMOS)	(GRAMOS)	REVOLUCIONES	ABRASION
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,251.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,252.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,253.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,251.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,007.0	4,129.80	877.20	17.52%

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 16. Resultado del ensayo de desgaste Los Ángeles.

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
Desgaste Los Ángeles	EG - 2013	Máximo 25.0%	17.52%
	ISSA - 143	Máximo 30.0%	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Máquina de Abrasión Los Ángeles.

Interpretación: Lo que la tabla 16 nos indica es que el agregado proveniente de la cantera Cabanillas posee un porcentaje de 17.62% al desgaste, inferior a los permisibles en las normas EG – 2013 e ISSA – 143, lo que nos indica que el agregado tiene buena resistencia al ser sometido a cargas abrasivas en la máquina de Abrasión Los Ángeles.

➤ **Azul de metileno (AASHTO TP 57/ISSA TB 145)**

El ensayo de azul de metileno tiene como objetivo determinar las características del emulsificante utilizado en la emulsión asfáltica y la cantidad en porcentajes de aditivo retardante, ayudando a determinar la cantidad de material pernicioso presente en los agregados finos, así como su reactividad.

Tabla 17. *Ensayo de Azul de metileno.*

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
Azul de metileno	EG - 2013	Máximo 8 mg/g	6 mg/g

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Después de haber realizado el ensayo de azul de metileno de acuerdo a la tabla 17, obtuvimos como resultado final 6 mg/g, lo que indica que la muestra no cuenta con material orgánico y/o arcilloso o en su defecto está dentro de los parámetros indicados en la norma EG – 2013, en merito a lo antes mencionado el rendimiento de nuestra mezcla no se va a ver afectado por dichos materiales.

Tabla 18. *Resumen de los ensayos de requerimiento de los agregados.*

Ensayos	Normas		Requerimientos		Resultados
	EG - 2013	ISSA - 143	EG - 2013	ISSA - 143	
Partículas fracturadas	MTC E 210	-	100%	-	100%
Durabilidad al Sulfato de sodio	MTC E 209	T 104	Máximo 12%	Máximo 15%	9.63%
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	T 104	-	Máximo 25%	12.96%
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	T 96	Máximo 25%	Máximo 30%	17.52%
Equivalente de Arena	MTC E 114	T 176	Mínimo 60%	Mínimo 65%	80.70%
Azul de metileno	AASHTO TP 57	-	Máximo 8	-	6 mg/g
Adherencia Riedel-Weber	MTC E 220	-	Mínimo 4	-	-
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	-	Mínimo 95	-	+95

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Análisis del agua (físico – químico)**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en laboratorio para el agua del Río Ramis.

Tabla 19. *Ensayos de calidad del agua.*

Descripción	Materia Orgánica en el agua	pH	Contenido de sulfatos en el agua ION SO4= (mg/L)
Tipo de muestra= Agua Fuente de agua (río)	31.02	7.3	134.8

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 20. *Ensayo químico para determinar la calidad del agua.*

Descripción	Alcalinidad en el agua NaHCO3	Solidos Suspendidos (mg/L)	Contenido de cloruros en el agua ION Cl (mg/L)
Tipo de muestra= Agua Fuente de agua (río)	46.82	0.78	42.84

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: En las tablas 19 y 20, se puede apreciar los resultados obtenidos después del estudio de laboratorio, en la cual según los valores obtenidos de la muestra de agua (río), determinamos que es apto para el diseño de micropavimento ya que está cumpliendo con las exigencias de la norma EG – 2013.

Consideraciones para el diseño de micropavimento

Una vez realizado los ensayos de control de calidad de los agregados, emulsión asfáltica de rotura controlado modificada con polímeros y calidad del agua, se procedió a el diseño propiamente dicho, cumpliendo y respetando los parámetros establecidos por las normas ISSO – 143 y EG – 2013.

➤ **Cantidad teórica de asfalto**

La cantidad teórica de asfalto se realizó mediante la norma ISSA TB – 116 la cual nos dio como resultados los siguientes valores

Tabla 21. *Ensayo de cantidad de asfalto teórico.*

Nombre de la prueba	NORMA	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Asfalto teórico en relación a la granulometría	ISSA TB - 116	-	9.10%
Emulsión asfáltica teórica			14.90%

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Cantidades en porcentaje de la mezcla**

Tabla 22. *Cuadro de cantidades teóricas.*

MATERIALES	CANTIDAD
Asfalto teórico	9.10%
Emulsión asfáltica	14.90%
Agua	7.00%
Filler	0.50%

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

➤ **Tiempo de mezcla a 77°F (25°C) Norma ISSA TB – 113**

El ensayo de tiempo de mezcla presenta como objetivo establecer lo compatible de los materiales, para lo cual se realizó distintas pruebas, con diferentes dosificaciones y en diferentes tiempos siguiendo los lineamientos de la norma ISSA y de esa forma determinamos el tiempo en el que los materiales se combinan antes que comience su rotura y disminuya su trabajabilidad.



Figura 29. Mezclado manual de todos los materiales.



Figura 30. Adición de la emulsión asfáltica al recipiente.

Tabla 23. Resultado del ensayo mezclado de forma manual.

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
MEZCLADO EN FORMA MANUAL (25° C)	ISSA TB 113	Mínimo 120 seg.	166 seg.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El ensayo se realizó de forma manual, la tabla 23, nos indica que el tiempo de rotura de la mezcla se dio a los 166 segundos. Lo que conllevará a que se pierda trabajabilidad después del tiempo calculado y eso ocasionará que el agua se desprenda de la emulsión por medio de la evaporación.

- Consistencia (ISSA TB 106)

Este ensayo tiene por objetivo definir la cantidad óptima de agua para un adecuado diseño de mezcla y así mejorar la trabajabilidad de la misma.

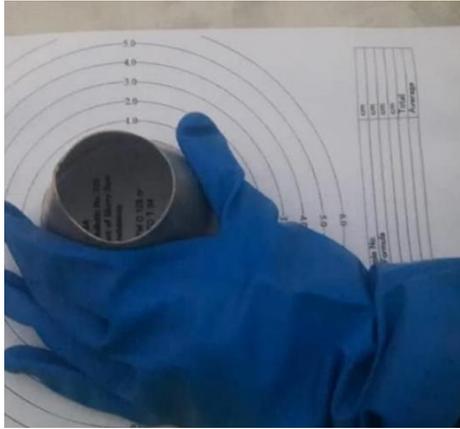


Figura 32. Preparación y colocación del cono de Kansas sobre lamina de papel.



Figura 31. Retirado del cono de Kansas y lectura de la consistencia de la mezcla.

Tabla 24. Resultado del ensayo de consistencia.

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
CONSISTENCIA	ISSA TB 106	2 - 3 cm.	3 cm.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 24 se aprecia que el resultado obtenido está dentro de los parámetros establecidos por la norma, en mérito a lo antes mencionado la cantidad óptima de agua es de 7%, cantidad que le otorga una adecuada consistencia a la mezcla.

- Perdida de abrasión en húmedo (ISSA TB 100)

Este ensayo tiene como finalidad calcular la cantidad mínima de asfalto presente en la mezcla, se realizarán cuerpos de prueba, que serán sometidos a un exigente proceso de desgaste, el cual fuimos capaz de medir, por medio de la disminución de su peso al concluir con la prueba.



Figura 34. Cuerpo de prueba enfriado a temperatura ambiente.



Figura 33. Maquina simulador de abrasión en húmedo.

Tabla 25. Cantidades utilizadas para el ensayo W.T.A.T. y los resultados obtenidos.

Numero de ensayo	% Cemento asfáltico modificado con polímero	% de emulsión	W.T.A.T. (g/cm ²)
01	6.7	10.2	330
02	8.1	12.2	240.5
03	9.3	14.2	180.7

Fuente: TDM asfaltos.

Tabla 26. Requerimiento y resultado del ensayo de abrasión en húmedo.

Nombre de la prueba	Norma	Tiempo	Requerimiento	Resultado
Perdida por abrasión húmeda W.T.A.T.	ISSA TB 100	saturado 1 hora	538 g/m ² máximo	330 g/m ²
		saturado 6 días	807 g/m ² máximo	>538 g/m ²

Fuente: Elaboración propia.

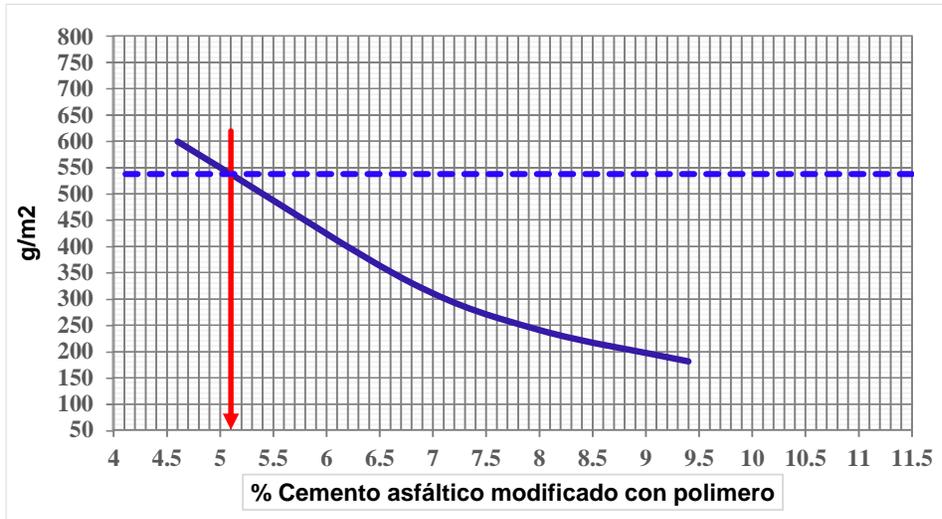


Figura 35. Diagrama desgaste – porcentaje de cemento asfáltico.

Interpretación: La tabla 26 nos informa que la cantidad máxima de desgaste en la prueba de abrasión en húmedo, sometido a 1 hora es de 330 g/cm² cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma, la figura 35 nos indica que la cantidad mínima de asfalto es de 5.1%, lo que valores inferiores pueden llegar a tener desgastes a las resistencias de abrasión no recomendados por la norma.

➤ **Rueda cargada (ISSA TB 109)**

El presente ensayo tiene por objetivo el de simular las acciones de los neumáticos en las carreteras, el ensayo de rueda cargada mide la sensibilidad a la exudación y la acción a deformarse de las mezclas asfálticas. Por medio de este ensayo es factible la obtención del contenido óptimo de asfalto.

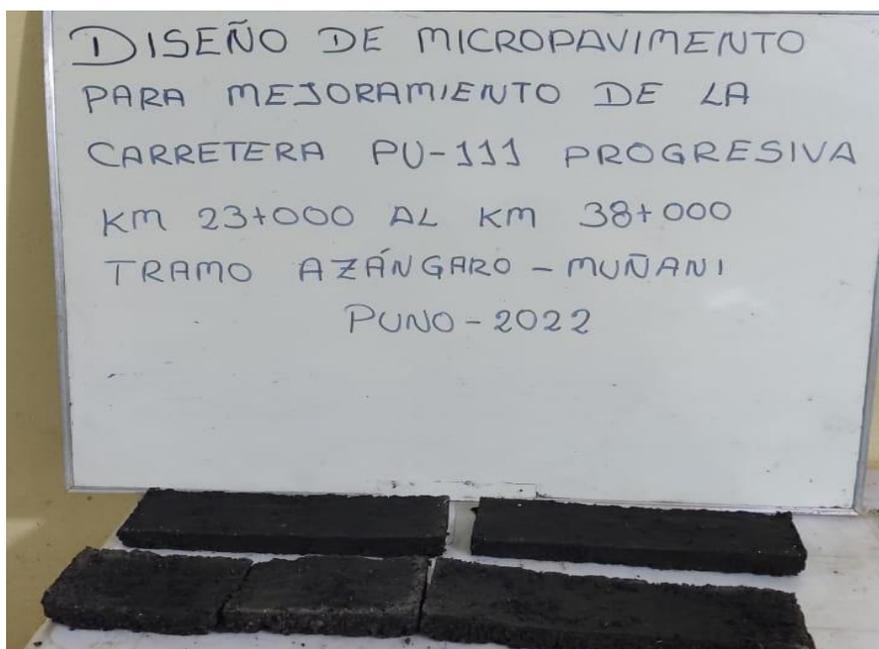


Figura 36. Enfriado de cuerpos de prueba, para el ensayo de L.W.T.

Tabla 27. Cantidades utilizadas para el ensayo L.W.T. y los resultados obtenidos.

Numero de ensayo	% Cemento asfáltico modificado con polímero	% de emulsión	L.W.T. (g/cm ²)
01	6.7	10.8	230
02	8.1	12.8	345.5
03	9.3	14.8	440

Fuente: TDM asfaltos.

Tabla 28. Resultado del ensayo de la rueda cargada.

Nombre de la prueba	Norma	Requerimiento	Resultado
Rueda cargada (L.W.T.)	ISSA TB 109	538 g/m ² máximo	440 g/m ²

Fuente: Elaboración propia.

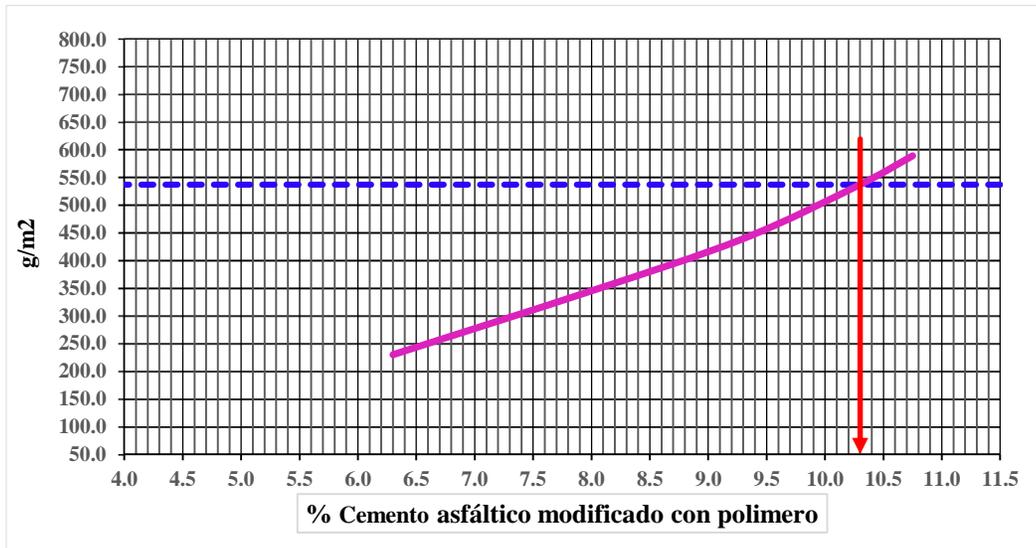


Figura 37. Diagrama arena adherida – porcentaje de cemento asfáltico.

Interpretación: La tabla 28 demuestra que, en relación a la curva L.W.T. cumplió con las exigencias de la norma ISSA – 143, en la figura 37 la curva nos ilustra e informa que el contenido máximo de asfalto a utilizar en la mezcla, antes que se presente el fenómeno conocido como exudación es de 10.3 %.

➤ Contenido óptimo de asfalto

El cálculo del contenido óptimo de asfalto se realizará mediante la combinación de los resultados, gráficos de los ensayos de abrasión en húmedo y rueda cargada.

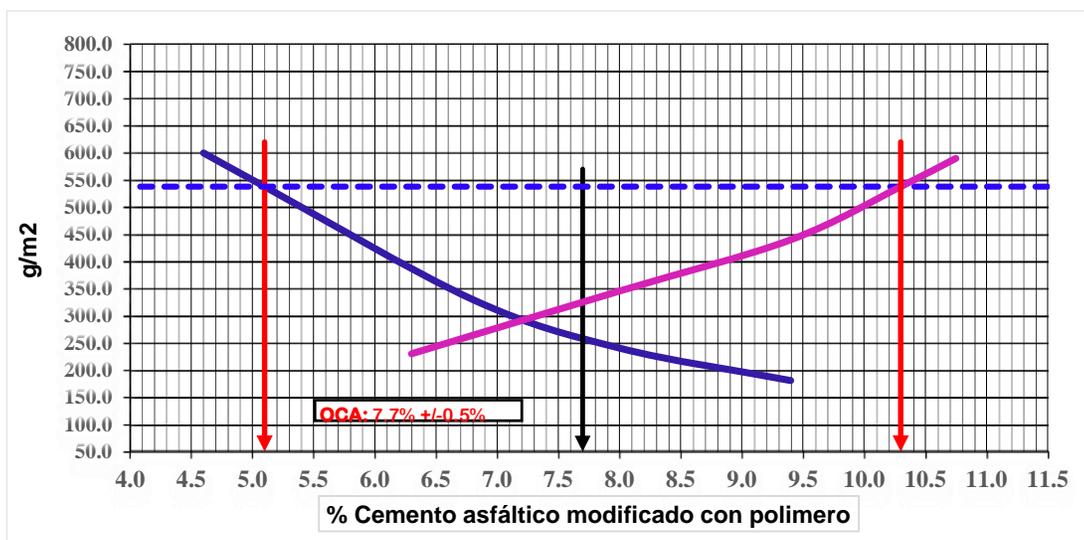


Figura 38. Determinación del contenido óptimo de asfalto.

➤ **Prueba de Schulze Breuer and Ruck (ISSA TB 144)**

La prueba de compatibilidad de los finos dentro del agregado y emulsión puede ser estudiada al probar pequeños especímenes cilíndricos basados en la parte del agregado que es menos que 2mm, la emulsión y el agregado se secan y curan a 60 °C por un mínimo de 15 horas seguido de la preparación de las pastillas, los especímenes se sumergen en agua por 6 días seguidos por una prueba de abrasión de 3 horas girando en cilindros llenos de agua los materiales se califican basados en la pérdida de peso luego de la prueba de abrasión y luego de una prueba final de hervido combinaciones de materiales incompatibles muestran un desgaste excesivo después de la primera prueba de desgaste y se desintegran completamente luego de ser hervidos, mientras que un buen material para micropavimento pierde menos del 2.5 % de su peso en la prueba inicial y se mantiene intacto luego de ser hervido, la textura inicial áspera del micropavimento se mantiene activa por muchos años y lo hace un tratamiento ideal para caminos resbaladizos y pistas de aeropuertos, el micropavimento de carreteras de alto tráfico se hace varios años y todavía mantiene una buena textura superficial y buena resistencia al deslizamiento, cuando el desprendimiento y la vejez causan perdida de finos en la superficie hay un desplazamiento inicial el micropavimento es un tratamiento excelente, los ahuellamientos son fáciles de rellenar con la mezcla de micropavimento, caminos con grietas de expansión y contracción o muy deteriorados y afectados estructuralmente no deberían ser considerados para micropavimento a menos que hayan sido preparados adecuadamente, llenando grietas, bacheando y estabilizando la base, el micropavimento requiere condiciones de curado de por lo menos 10 °C, para desarrollar completamente su fuerza.

Tabla 29. *Exigencias rigurosas sugeridas para la clasificación de compatibilidad.*

Calificación en letras	Calificación en números	Pérdida por abrasión (gramos)	Integridad, % retenido	Adhesión, % revestido
A	4	0,00 – 0,70	90 – 100	90 – 100
B	3	0,71 – 1,00	75 – 89	75 – 89
C	2	1,01 – 1,30	50 – 74	50 – 74
D	1	1,31 – 2,00	10 – 49	10 – 49
E	0	2,01+	0	0

Fuente: International Slurry Surfacing Association (TB 144).

La prueba de Schulze Breuer and Ruck, es de suma importancia para aplicaciones de micropavimento en tratamientos superficiales, ya que esta prueba es muy rigurosa, poniendo a prueba los sistemas formantes de la mezcla, los cuales son sometidos a duras y extremas pruebas de Humedad, desgaste y temperatura.

Tabla 30. *Resultados del ensayo de Schulze Breuer and Ruck.*

Prueba	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)	Peso después del Ensayo de Abrasión (gramos)	Peso después del Ensayo de Adherencia 30 min. ebullición	Peso saturado seco después del Ensayo de Adherencia	Absorción %	Abrasión (gramos)	Adhesión %	Integridad %
1	41.60	43.40	43.10	43.00	41.90	4.36	0.30	96.86	99.04
2	41.63	43.43	43.13	43.03	41.93	4.32	0.30	96.75	99.15
3	41.59	43.39	42.99	42.89	41.99	4.38	0.40	96.65	99.15
4	41.62	43.42	43.12	43.02	41.92	4.40	0.30	96.84	98.82
5	41.58	43.38	42.98	42.88	41.98	4.52	0.40	96.41	99.02
6	41.64	43.44	43.14	43.04	41.94	4.58	0.30	96.49	98.65
7	41.58	43.38	43.08	42.98	41.88	4.62	0.30	96.25	99.12
8	41.60	43.40	43.10	43.00	42.00	4.39	0.30	96.87	99.01
Promedio	41.61	43.41	43.08	42.98	41.94	4.45	0.32	96.64	98.99

Fuente: TDM asfaltos.

Tabla 31. *Puntuación total de la prueba de Schulze Breuer and Ruck.*

	Abrasión gramos	Adhesión %	Integridad %	Especificación	Puntaje total
	0.32	96.64	98.99		
Puntaje	4	4	4	Mínimo 11 (AAA, BAA)	12
Grado	A	A	A		

Fuente: TDM asfaltos.

Interpretación: La tabla 29 nos otorga una serie de parámetros los cuales son recomendaciones de la norma ISSA-143. En la tabla 30 se aprecia los resultados obtenidos después de aplicada la prueba, obteniendo el promedio de los mismos, los cuales están dentro de los parámetros recomendados por la norma ISSA-143. La tabla 31 nos indica que el puntaje obtenido mediante

la prueba de Shulze Breuer and Ruck es de “12”, logrando cumplir con las exigencias de la norma.

➤ **Determinación de las características de los agregados (capa base del pavimento PU – 111)**

Los micropavimentos son una tecnología que, si bien se utiliza en capas de rodaduras existentes, este también se puede utilizar en forma de tratamientos superficiales, como es el caso de la presente tesis. Es por ello que determinamos las características de esta capa del pavimento (capa base) donde se colocará directamente el micropavimento, siendo este apto para su aplicación, donde realizamos ensayos de laboratorio determinando las características de los agregados, propiedades físicas y mecánicas del mismo.

Tabla 32. *Análisis granulométrico de la base granular existente.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)									
Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A			Peso inicial : 5021 Grs
2 1/2"	63.000								Peso fracción : 0 Grs
2"	50.000				100.00	100	-	100	Grava : 52.80 %
1 1/2"	37.500	215.00	4.30	4.30	95.70				Arena : 40.30 %
1"	25.000	712.00	14.20	18.50	81.50				Fino : 6.90 %
3/4"	19.000	432.00	8.60	27.10	72.90				W natural : 5.97 %
1/2"	12.500	436.00	8.70	35.80	64.20				
3/8"	9.500	356.00	7.10	42.90	57.10	30	-	65	LÍMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	498.00	9.90	52.80	47.20	25	-	55	L.L. : 26.03 %
No.10	2.000	476.00	9.50	62.30	37.70	15	-	40	L.P. : NP %
No.20	0.840	477.00	9.50	71.80	28.20				I.P. : NP %
No.40	0.425	462.00	9.20	81.00	19.00	8.00	-	20	
No.100	0.150	281.00	5.60	86.60	13.40				CLASIFICACION
No.200	0.075	324.00	6.50	93.10	6.90	2.00	-	8.00	SUCS : GW
<No.200		352.00	7.00	100.1					AASHTO : A-1-a (0)

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

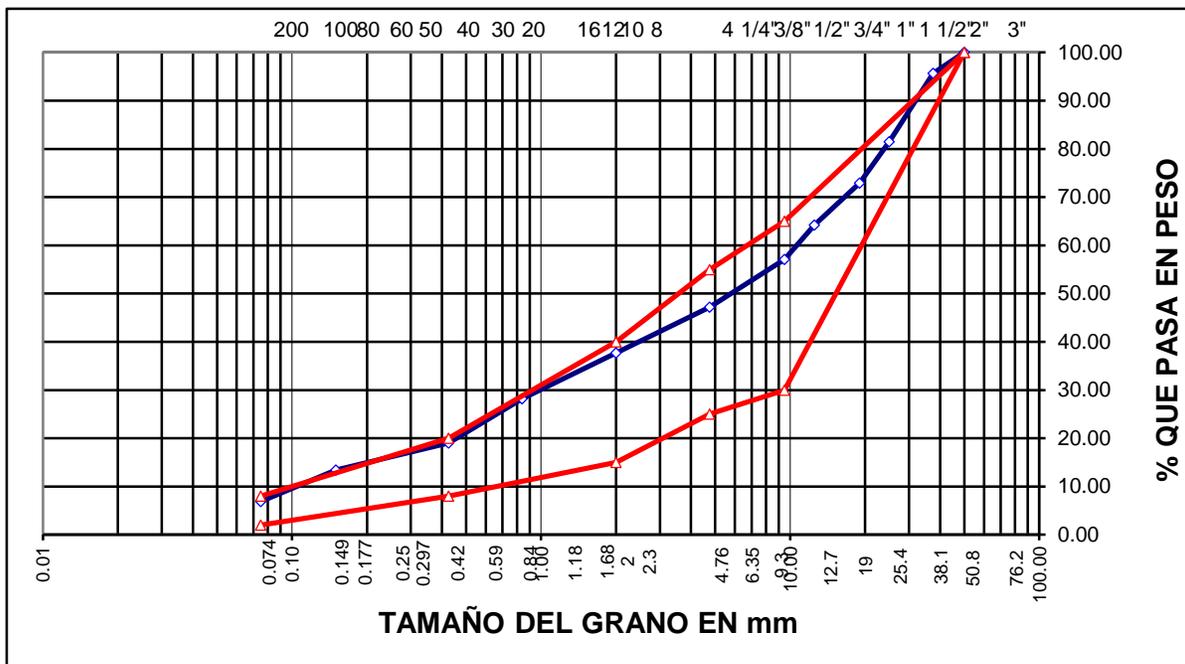


Figura 39. Tamaño de las mallas U.S. Standard de los agregados de la capa base.

Interpretación: La tabla 32 nos da a conocer la granulometría de la base granular existente, la cual cumplió con las especificaciones, de acuerdo a su clasificación la muestra es una grava bien gradada con poca presencia de finos, en su clasificación SUCS es GW, en referencia a su clasificación AASHTO, la muestra es A-1-a.

➤ **Límites de consistencia (ASTM D-424)**

Tabla 33. Resultados del ensayo de límite líquido y límite plástico.

DESCRIPCION		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLASTICO	
01. No. DE GOLPES		34	26	18		
02. TARRO No.		12	13	14		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	26.58	28.91	26.08		
04. SUELO SECO * TARRO	g	25.16	26.94	24.62		
05. PESO DEL AGUA	g	1.42	1.97	1.46		NP
06. PESO DEL TARRO	g	19.23	19.34	19.41		
07. PESO DEL SUELO SECO	g	5.93	7.60	5.21		
08. HUMEDAD	%	23.95	25.92	28.02		
L.L.=	26.03 %	L.P.=	NP	I.P.=	NP	

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: La tabla 33 nos da a conocer los resultados de los ensayos de L.L. y L.P. a partir de ello se obtuvo el I.P. siendo el límite líquido de la muestra 26.03%, lo que nos indica que el suelo tiene baja plasticidad, en cuanto al límite plástico de la muestra el resultando que se obtuvo fue no plástico.

Teniendo como:

L.L. = Límite líquido

L.P. = Límite plástico

I.P. = Índice de plasticidad

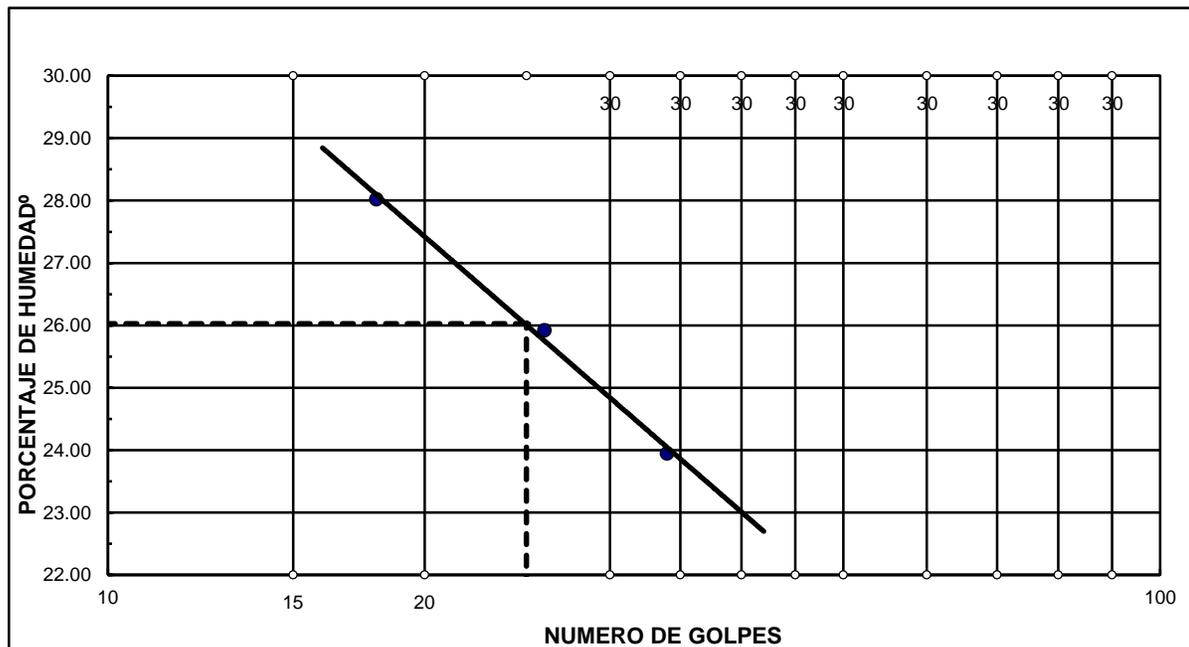


Figura 40. Gráfico del ensayo de límite líquido.

➤ **Ensayo de equivalente de arena (ASTM D 2419)**

Tabla 34. Resultado del ensayo de equivalente de arena.

EQUIVALENTE DE ARENA			
Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	08:46	08:48	08:50
Hora de salida	08:56	08:58	09:00
Hora de entrada	08:57	08:59	09:01
Hora de salida	09:17	09:19	09:21
Altura de nivel material fino	5.60	5.70	5.70
Altura de nivel arena	2.60	2.70	2.70
Equivalente de Arena	46.40	47.40	47.40
Equivalente de Arena Promedio:		47.1	

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: Según la tabla 34 el equivalente de arena promedio de la muestra extraída de la capa granular existente es de 47.10%, lo que nos indica este ensayo es la calidad de este material.

➤ **Determinación de partículas chatas y alargadas (MTC E 221, ASTM D 4791)**

Tabla 35. Determinación de partículas de partículas chatas y alargadas.

Tamaño de mallas		Peso retenido	Porcentaje retenido	Peso para ensayo	Peso partículas .	% de partículas	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	215.00	10.00	215.00		0.00	0
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	712.00	33.10	712.00		0.00	0
25mm(1")	19.0mm(3/4")	432.00	20.08	432.00	48	11.11	223
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	436.00	20.27	436.00	87	19.95	404
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	356.00	16.55	356.00	74	20.79	344
TOTAL		2,151.0	100.00				972

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: En la tabla 35 se halló los cálculos de la cantidad de partículas chatas y alargadas, los cálculos se hicieron en gramos, por lo que es necesario convertirlo a porcentaje mediante la aplicación del siguiente procedimiento:

$$\begin{aligned} \text{\% de partículas chatas y alargadas} &= \text{Sumatoria (Li x Ri)} / \text{Sumatoria Ri} \\ \text{Reemplazando en la fórmula} &= 972 / 100.00 \\ \text{\% de partículas chatas y alargadas} &= 9.72 \% \end{aligned}$$

➤ **Determinación de partículas fracturadas (ASTM D 5821)**

Tabla 36. *Determinación de partículas de una cara fracturada.*

Tamaño de mallas		Peso retenido	Porcentaje retenido	Peso para ensayo	Peso partículas .	% de partículas	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	215.00	10.00	215.00		0.00	0
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	712.00	33.10	712.00	1,057	148.46	4,914
25mm(1")	19.0mm(3/4")	432.00	20.08	432.00	342	79.17	1,590
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	436.00	20.27	436.00	492	112.84	2,287
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	356.00	16.55	356.00	202	56.74	939
TOTAL		2,151.0	100.00				9,730

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: En la tabla 36 se halló los cálculos de la cantidad de partículas fracturadas (01 cara), los cálculos se hicieron en gramos, por lo que es necesario convertirlo a porcentaje mediante la aplicación del siguiente procedimiento:

$$\begin{aligned} \text{\% de partículas fracturadas de 01 cara} &= \text{Sumatoria (Li x Ri)} / \text{Sumatoria Ri} \\ \text{Reemplazando en la fórmula} &= 9,730 / 100.00 \\ \text{\% de partículas fracturadas de 01 cara} &= 97.30 \% \end{aligned}$$

Tabla 37. Determinación de partículas de dos a más caras fracturada.

Tamaño de mallas		Peso retenido	Porcentaje retenido	Peso para ensayo	Peso partículas .	% de partículas	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	215.00	10.00	215.00		0.00	0
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	712.00	33.10	712.00	921	129.35	4,282
25mm(1")	19.0mm(3/4")	432.00	20.08	432.00	265	61.34	1,232
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	436.00	20.27	436.00	348	79.82	1,618
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	356.00	16.55	356.00	142	39.89	660
TOTAL		2,551.0	100.00				7,792

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: En la tabla 37 se halló los cálculos de la cantidad de partículas fracturadas (02 a más caras), los cálculos se hicieron en gramos, por lo que es necesario convertirlo a porcentaje mediante la aplicación del siguiente procedimiento:

% de partículas fracturadas de 02 caras = Sumatoria (Li x Ri) / Sumatoria Ri

Reemplazando en la fórmula = 5,666 / 100.00

% de partículas fracturadas de 02 caras = 56.66 %

➤ **Sales solubles totales (ASTM D 1888, MTC E 219-2000)**

Tabla 38. Determinación de los resultados del ensayo de sales solubles.

ENSAYO	N° 01
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL	742.6
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO	728.4
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA	784.2
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA	2.36
E. A x C	582,346.9
F. D x B	1,719.02
G. (A x C)/(D x B)	338.77

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: En la tabla 38 se halló los cálculos del ensayo de sales solubles, los cálculos se hicieron en gramos, por lo que es necesario convertirlo a porcentaje, apoyándonos en los cálculos de la misma tabla, mediante la aplicación del siguiente procedimiento:

$$\text{Porcentaje de sales solubles} = 1/G. (A \times C) / (D \times B)$$

$$\text{Porcentaje de sales solubles} = 1/338.77$$

$$\text{Contenido de sales solubles} = 0.30\%$$

➤ **DESGASTE DE ABRASIÓN (ASTM C131 (Gradación "A"))**

Tabla 39. *Resultados del ensayo desgaste de abrasión.*

TAMAÑO DE MALLAS		MASA	MASA	MASA PERDIDA DESPUES DE 500	% DE DESGASTE POR
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)	REVOLUCIONES	ABRASIÓN
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,252.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,253.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,254.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,251.0	.....	.....	.....
Peso total de la muestra		5,010.0	3,628.00	1,382.00	27.58%

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Interpretación: Lo que la tabla 39 nos indica es que el agregado proveniente de la capa base granular existente posee un porcentaje de 27.58%, lo que nos indica que el agregado tiene buena resistencia al ser sometido a cargas abrasivas en la máquina de Abrasión Los Ángeles.

➤ **Establecer la relación, contenido de humedad y densidad máxima (proctor modificado).**

El objetivo principal es la obtención de la humedad óptima a fin de que un suelo consiga su densidad máxima seca, que por medio de una secuencia de compactación pueda aplicársele un esfuerzo modificado con un pistón normalizado de 10 lbf (44,5 N), logrando una caída libre de 18 pulgadas (457 mm), originando una energía de compactación de 56 000 lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³).

Tabla 40. Obtención de los resultados del ensayo de proctor modificado.

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)			
ENSAYO N°	1	2	3
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD			
PESO MOLDE+SUELO	10,671	10,856	10,863
PESO MOLDE	6,020	6,020	6,020
PESO SUELO COMPACTADO	4,651	4,836	4,843
VOLUMEN DEL MOLDE	2,077.3	2,077.3	2,077.3
DENSIDAD HUMEDA	2.24	2.33	2.33
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
RECIPIENTE N°	1	2	3
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	512.00	534.00	612.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	476.00	488.00	550.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	36.00	46.00	62.00
PESO DE SUELO SECO	476.00	488.00	550.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.60	9.40	11.30
DENSIDAD SECA	2.08	2.13	2.09

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

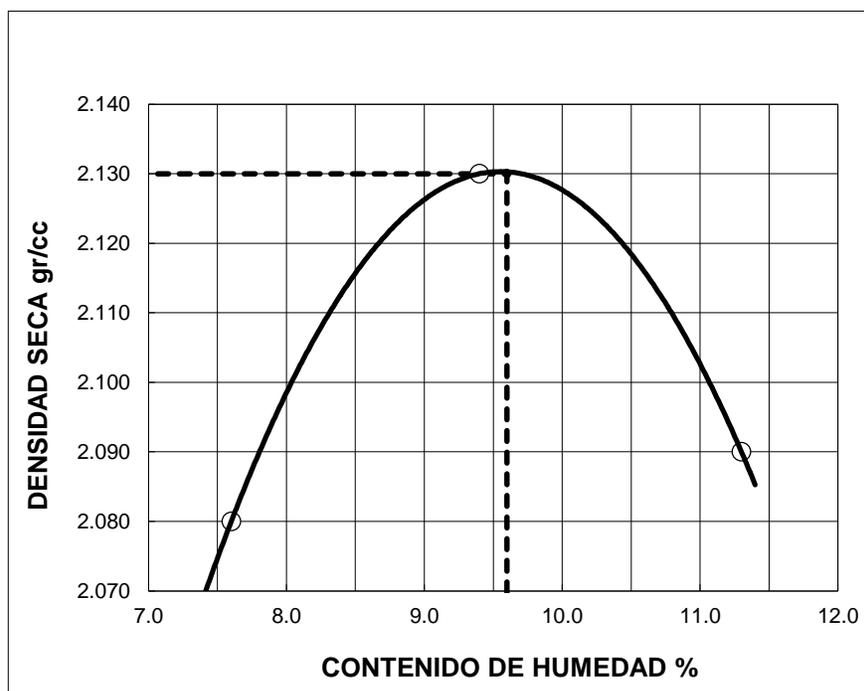


Figura 41. Gráfico de proctor modificado (relación de humedad – densidad).

Interpretación: Con la ayuda de la tabla 40 se pudo graficar la curva de compactación. La figura 41 nos indica que para alcanzar una máxima densidad seca de 2.130 gr/cm³, se requiere una óptima humedad de 9.6%, estos resultados afectan directamente a la compactación adecuada del suelo, logrando disminuir la relación de vacíos encontrando un punto óptimo y en razón constante reduce su porosidad, logrando de esta manera la relación adecuadas para el ensayo de proctor modificado.

➤ **Obtención de la resistencia al corte del suelo (C.B.R.) de la capa base granular existente.**

El objetivo primordial del ensayo de C.B.R. es obtener la resistencia máxima de un suelo frente a esfuerzos cortantes aplicados, de la misma manera examinar la relativa calidad del suelo, el cual puede ser empleado en capas de pavimentos como son la subrasante, subbase y base.

Este ensayo se refiere a la compactación de un suelo en moldes normalizados, sumergirlos en agua y aplicando un punzonamiento en la superficie del mismo por medio de un pistón que esta normalizado.

Tabla 41. Resultados del ensayo de C.B.R. de la capa granular existente.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)							
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sumergido	Sin sumergir	Sumergido	Sin sumergir	Sumergido
Molde N°		4		5		6	
Capa N°		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11445	-	11285	-	11087	-
Peso del molde	gr.	6583	-	6628	-	6613	-
Peso del suelo húmedo	gr.	4862	-	4657	-	4474	-
Volumen del molde	cc.	2077.3	-	2077.3	-	2077.3	-
Densidad Húmeda	gr./cc	2.34	-	2.24	-	2.15	-
Humedad	%	9.80	-	9.80	-	9.70	-
Densidad seca	gr./cc	2.13	-	2.04	-	1.96	-
Tarro N°		1	-	2	-	3	-
Tarro suelo húmedo	gr.	426	-	581	-	621	-
Tarro suelo seco	gr.	388	-	529	-	566	-
Agua	gr.	38	-	52	-	55	-
Peso del Tarro	gr.	0	-	0	-	0	-
Peso del suelo seco	gr.	388	-	529	-	566	-
Humedad	%	9.8	-	9.8	-	9.7	-

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 42. Anotación de las lecturas de penetración del ensayo de C.B.R.

PENETRACIÓN			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
Tiempo	mm	plg	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²
0.30	0.600	0.25	106	233.2	78	97	213.4	71	58	127.6	43
1.00	1.300	0.50	524	1152.8	384	245	539	180	142	312.4	104
1.30	1.900	0.075	875	1925	642	541	1190.2	397	275	605	202
2.00	2.500	0.100	1162	2556.4	852	894	1966.8	656	574	1262.8	421
3.00	3.800	0.150	2015	4433	1478	1062	2336.4	779	806	1773.2	591
4.00	5.000	0.200	2695	5929	1976	1325	2915	972	1035	2277	759
5.00	6.000	0.250	3362	7396.4	2465	1845	4059	1353	1574	3462.8	1154
6.00	7.500	0.300	3748	8245.6	2749	2142	4712.4	1571	1874	4122.8	1374
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

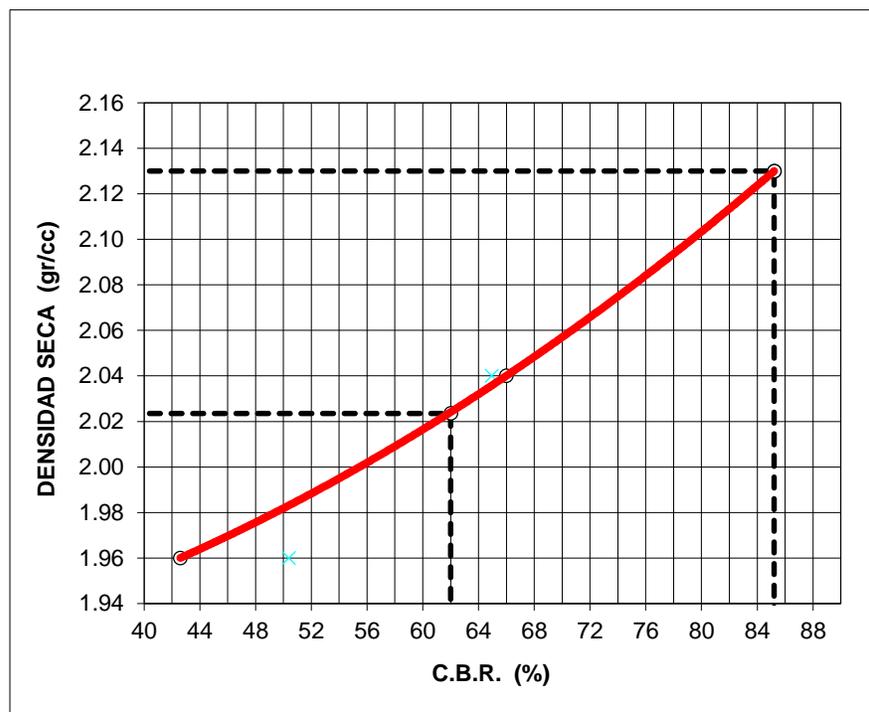


Figura 42. Gráfico del ensayo de Relación de Soporte de California.

PROCTOR : 2.13 gr/cm³
M.D.S. : 2.02 gr/cm³
Parámetros de C.B.R. : C.B.R. 01" AL 100% M.D.S. = 85.2%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 62.0%
————— = Curva a 0.1"

- Determinación de la curva de golpes del ensayo de C.B.R.

Tabla 43. *Determinación de las curvas a diferentes cantidades de golpes.*

Nº de golpes	56	25	12
plg	presiones Lb/plg 2	presiones Lb/plg 2	presiones Lb/plg 2
0.025	78	71	43
0.050	384	180	104
0.075	642	397	202
0.100	852	656	421
0.150	1478	779	591
0.200	1976	972	759
0.250	2465	1353	1154
0.300	2749	1571	1374
0.400	0	0	0
0.500	0	0	0

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 44. *Correcciones para curvas a diferentes cantidades de golpes.*

Nº de golpes	56	25	12
	2749	1571	1374
	27.49	15.71	13.74
0	0	0	0
0.025	3	5	3
0.050	14	11	8
0.075	23	25	15
0.100	31	42	31
0.150	54	50	43
0.200	72	62	55
0.250	90	86	84
0.300	100	100	100
0.400	0	0	0
0.500	0	0	0

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

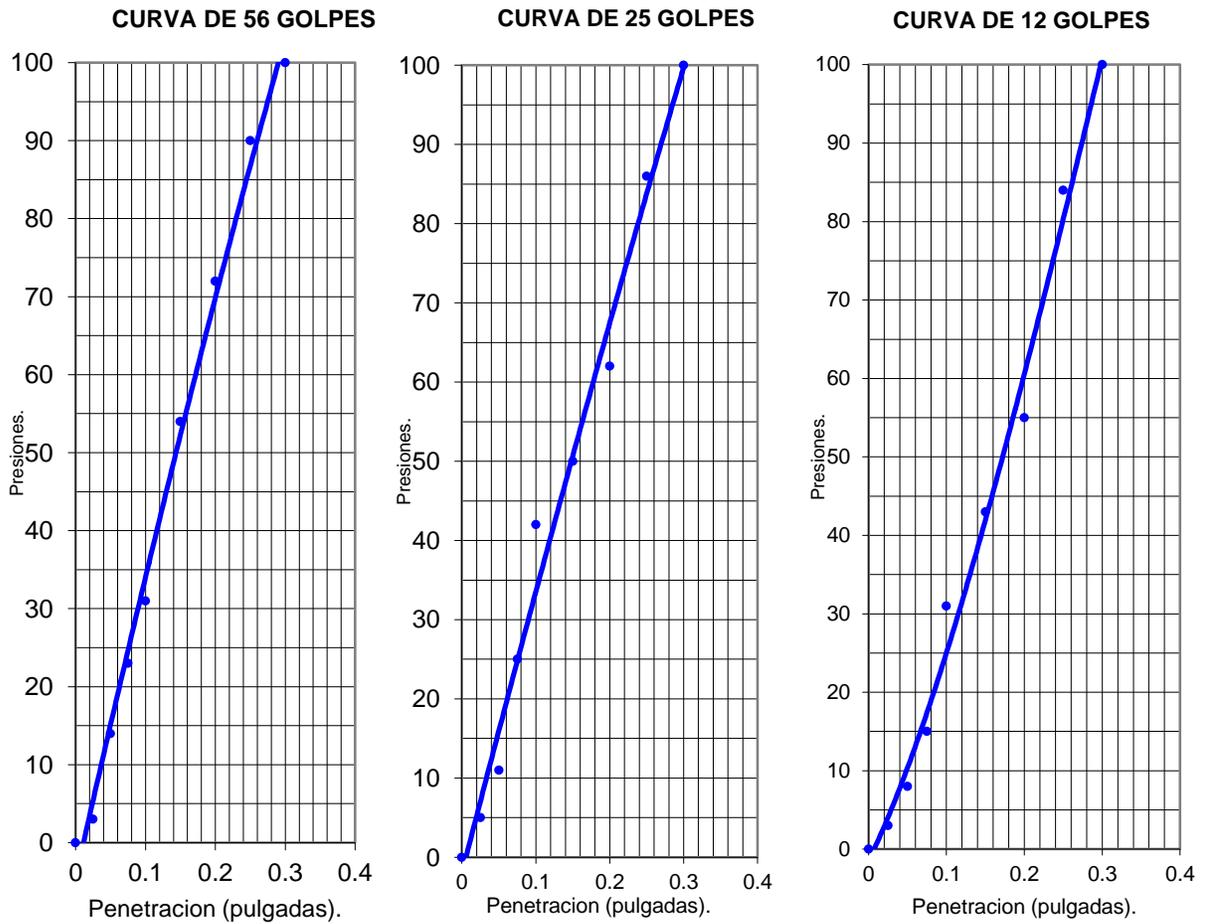


Figura 43. Curva a diferentes cantidades de golpes.

Tabla 45. Resultados obtenidos en las curvas de golpes.

N° GOLPES	PENETRACIÓN (pulgadas)	
	0.10	0.20
56	31	74
25	42	62
12	31	55

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

Tabla 46. *Corrección de las curvas de golpes.*

N° GOLPES	DENSIDAD SECA (gr/cc)	PENETRACIÓN (pulgadas)	
		0.1	0.2
56	2.13	85	132
25	2.04	66	65
12	1.96	43	50

Fuente: Geotecnia, Pavimentos y Construcción.

C.B.R. 0.1” a 56 golpes = 85.20%

C.B.R. 0.1” a 25 golpes = 66.00%

C.B.R. 0.1” a 12 golpes = 42.60%

Contrastación de hipótesis

Hipótesis general: El diseño de micropavimento se realizará respetando las normas ISSA-143 y EG-2013, para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

Efectivamente el diseño de micropavimento se realizó respetando las normas antes mencionadas, esta hipótesis fue demostrada por medio de los resultados obtenidos en los distintos ensayos y requerimientos exigidos por las normas EG – 2013 e ISSA – A143, a continuación, se presentará una tabla comparativa entre las exigencias de ambas normas y los resultados obtenidos, resultados que están adjuntados en los anexos de esta investigación.

Tabla 47. Comparación de resultados entre las normas EG-2013 e ISSA-A143.

ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		Resultados
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Partículas fracturadas	MTC E 210	100.0%	-	-	100.0%
Durabilidad al Sulfato de sodio	MTC E 209	Máximo 12%	AASHTO T 104	Máximo 15%	9.63%
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	-	AASHTO T 104	Máximo 25%	12.96%
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	Máximo 25%	AASHTO T 96	Máximo 30%	17.52%
Equivalente de Arena	MTC E 114	Mínimo 60%	AASHTO T 176	Mínimo 65%	80.70%
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máximo 8.0 mg/g	-	6.0 mg/g	6.0 mg/g
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	Mínimo 95	ASTM D 1664	Mínimo 95	+95
Consistencia	AASHTO D 3910	2-3 cm	ISSA TB-106	2-3 cm	3 cm.
Cohesión húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín. 30.	ISSA TB-139	12 kg-cm mín. 30.	18 kg-cm
Cohesión húmeda (60 minutos)	ISSA TB-149	20 kg-cm mín. 60.	ISSA TB-149	20 kg-cm mín. 60.	21 kg-cm
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% Max.	ISSA TB-114	90% mín.	95%
Abrasión húmeda (1 hora)	MTC E 417	538 g/m2 máx.	ISSA TB 100	538 g/m2 máx.	330 g/m2
Abrasión húmeda (6 días)	MTC E 417	807 g/m2 máx.	ISSA TB 100	807 g/m2 máx.	>538 g/m2
Rueda cargada	MTC E 418	538 g/m2 máx.	ISSA TB 109	538 g/m2 máx.	440 g/m2
Desplazamiento lateral	ISSA TB-147	5% máx.	ISSA TB-147	5% máx.	1.50%
Tiempo de mezclado 25 °C	ISSA TB-113	120 s mín.	ISSA TB-113	120 s mín.	166 s.
Compatibilidad de clasificación	ISSA TB-144	Mínimo de 11	ISSA TB-144	Mínimo de 11	12

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis específica 1: Las características de los agregados de la base granular existente son adecuados, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

En el proceso de la evaluación de la capa base granular existente en la carretera de estudio, se llegó a determinar las características de los agregados, por los valores obtenidos después de realizar los ensayos, se determinó que, la capa base granular existente fue ejecutada de forma adecuada.

Tabla 48. *Requerimientos para bases granulares y los resultados.*

Ensayos	Norma MTC	Norma ASTM	Requerimientos Altitud		Resultados
			< 3.000 msnm	>3.000 msnm	
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821	80% mín.	80% mín	97.30%
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821	40% mín.	50% mín.	77.92%
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	40% máx.	40% máx.	27.68%
Partículas chatas y alargadas (1)		1D 4791	15% máx.	15% máx.	9.72%
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888	0,5% máx.	0,5% máx.	0.30%
Índice plástico	MTC E 111		4% máx.	2% mín.	NP
Equivalente de arena	MTC E 114		35% mín.	45% mín.	47.10%
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	MTC E 209	.....	15%	11.54%

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis específica 2: La relación, contenido de humedad y densidad seca (proctor modificado) afecta considerablemente en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

De acuerdo a las características encontradas en la capa granular existente procedimos a realizar el ensayo de proctor modificado y determinamos que la relación contenido de humedad y densidad seca efectivamente afecta a la base granular existente, ya que, se necesita de una humedad óptima de 9.6% para obtener una densidad máxima de 2.130 gr/cm³, para así poder disminuir la relación de vacíos, encontrando un punto óptimo y en razón constante, reduciendo

su porosidad, logrando de esta manera una relación contenido de humedad y densidad seca adecuada.

Hipótesis específica 3: La resistencia al corte del suelo (CBR) influye positivamente en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo: Azángaro -Muñani, Puno – 2022.

En cuanto a una de las características mecánicas del suelo como es su capacidad resistente, de acuerdo al resultado del CBR obteniendo 85.20%, es un valor relativamente bueno, ya que, el manual EG-2013 nos recomienda que el valor de C.B.R. para bases granulares con tráfico de ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$, mínimo tiene que ser de 80%, mientras más cantidad en porcentaje de CBR tengo el suelo es mejor, ya que, ello influye significativamente en la capacidad de soporte de la base granular existente.

V. DISCUSIÓN

En la investigación de tesis de Aldana (2021) realizó el diseño de micropavimento con dos tipos de agregados, agregado arena triturado y agregado natural de río, en el caso del ensayo de granulometría, el agregado triturado cumplió con las exigencias de la norma ISSA-143, lo que no sucedió con la granulometría del agregado natural de río, en nuestra investigación solo optamos por realizar los ensayos al agregado de arena triturada, siguiendo las recomendaciones de las normas ISSA-143 y EG-2013, lo que conllevó a que una vez terminado el ensayo de granulometría, la muestra cumplió con las exigencias de las citadas normas. Aldana (2021) también indica que en cuanto al diseño de micropavimento, fue de tipo III y lo realizó con una emulsión asfáltica de rotura lenta (CSS-1h) en cantidad de 10%, la cual tuvo como resultado promedio de tiempo de premezclado de 228 segundos, un tiempo promedio de rotura de 19 minutos, todo con el agregado de arena chancada, en nuestro trabajo de tesis también se realizó el diseño de micropavimento de tipo III, el cual fue diseñado con una emulsión asfáltica modificada con polímero de rotura controlada (CQS-1HP), en la que obtuvimos como tiempo de premezclado de 166 segundos, en cuanto al tiempo de rotura al ser una emulsión asfáltica modificada con polímero, es un material certificado y de calidad.

En la investigación de Toscano (2014) se obtuvo como resultado de apertura al tráfico de 48 minutos usando emulsión asfáltica de rotura lenta CSS – 1HP (con polímero), a pesar de obtener ese resultado el autor recomienda 107 minutos para poder abrir al tráfico. En el caso de nuestra investigación al utilizar una emulsión asfáltica modificada con polímero de rotura controlada (CQS-1HP), se obtuvo como resultado de apertura al tráfico el valor de 60 minutos, el parámetro de apertura al tráfico es crucial en cuanto a mantenimiento de carreteras, ya que, volver a poner al servicio las carreteras para los usuarios de las vías, en el menor tiempo posible es de suma importancia.

Según la tesis de investigación de Castiblanco (2015) el autor indica que, usando polímeros, mejoramos las características físicas y mecánicas del pavimento, puesto que, al modificar el asfalto incorporando polímeros a una emulsión asfáltica, el uso de estas emulsiones modificadas, ayudan a mejorar su desempeño alargando su tiempo de servicio. Existen muchos

tipos de polímeros como el SBR, SBS, SEBS, etc. En la presente investigación se determinó que, coincidimos con el autor antes mencionado, usando polímeros mejoramos las características en la pavimentación. Cabe precisar que el polímero empleado para esta investigación fue el SBR, demostrando que la aplicación de este polímero ayudo a mejorar sus características mecánicas y que fueron demostrados en los resultados de los ensayos de desempeño (de rueda cargada y abrasión en húmedo).

En la investigación de Rodríguez (2019) quien, en el proceso de la realización de su investigación, determinó los porcentajes de contenido mínimo, máximo y óptimo de asfalto, siendo estos 5.0%, 10.6% y 7.8% respectivamente, los resultados de los autores antes mencionados fueron con el uso de emulsión asfáltica modificada con polímeros (CQS-1HP), en contraparte en nuestra investigación se utilizó el mismo tipo de emulsión (emulsión asfáltica modificada con polímeros), en la cual obtuvimos resultados de contenido mínimo, máximo y óptimo de asfalto, resultando los siguientes valores 5.1% 10.3% 7.7% respectivamente, estos resultados fueron posibles gracias a los ensayos de abrasión húmeda (contenido mínimo de asfalto) y rueda cargada (contenido máximo de asfalto), y con la ayuda de los dos gráficos obtuvimos el contenido óptimo de asfalto.

Para Laguna y Suárez (2021) sostienen que, para el ensayo de abrasión húmeda, usando emulsión CQS – 1HP con valores de 11.1%, 13.1%, 15.1% y 17.1%, obteniendo un desgaste de 348.7 g/m², 220.4 g/m², 141.5 g/m² y 108.6 g/m² respectivamente, en nuestra investigación utilizando la misma emulsión CQS – 1HP, en porcentajes de 10.2%, 12.2% y 14.2%, teniendo como resultados 330 g/m², 240.5 g/m² y 180.7 g/m² respectivamente. En la investigación de Laguna y Suárez (2021) encontraron como resultados de resistencia a la deformación (rueda cargada) usando valores de 11.1%, 13.1%, 15.1% y 17.1%, obteniendo una absorción de arena de 311.1 g/m², 394.1 g/m², 467.3g/m² y 526.2 g/m² respectivamente, mientras que en nuestra investigación se obtuvo como resultado usando la misma emulsión CQS – 1HP, en porcentajes de 10.2%, 12.2% y 14.2%, hallando una absorción de arena de 230 g/m², 345.5 g/m² y 440 g/m² respectivamente.

En la investigación de Scaramutti y Vásquez (2021) Mencionan que, en cuanto al ensayo de compatibilidad de clasificación (Shulze Breuer and Ruck), que después de realizado el ensayo a 8 cuerpos de prueba, sometiéndolos a duras pruebas de pérdidas de abrasión, adhesión e integridad, obteniendo los siguientes valores en promedio 0.52 gr, 96.86% y 98.20 respectivamente, logrando un puntaje total de 12, siendo este aceptable para la norma ISSA TB-144, en nuestro proyecto de investigación para el ensayo de compatibilidad de clasificación, obtuvimos resultados de perdida de abrasión, adhesión e integridad de 0.32 gr, 96.64% y 98.99% respectivamente, obteniendo un puntaje igual al de los autores antes mencionados (12), logrando el cumplimiento de la norma antes nombrada.

VI. CONCLUSIONES

El diseño de micropavimento se realizó siguiendo las recomendaciones de las normas ISSA-A143 y EG-2013, el diseño se realizó de manera metódica, siguiendo lineamientos y exigencias establecidos en dichas normas, realizando controles adecuados de los materiales (agregado, agua, emulsión asfáltica), cumpliendo con las exigencias y control del agregado (arena chancada), control de calidad de la emulsión asfáltica (modificada con polímeros “CQS-1HP”), el diseño cumplió satisfactoriamente con todos los parámetros y exigencias establecidos en dichas normas.

Las características de los agregados de la capa base granular existente, en cantera “plataforma”, donde se determinó el tipo de material, contenido de humedad en porcentaje, tipo de partículas presentes en el suelo, determinamos la cantidad de sales solubles presentes en el suelo, obtuvimos la cantidad en porcentaje de desgaste por abrasión, es por ello que concluimos que las características de la base granular existente son adecuadas para su ejecución como capa base del pavimento.

Al realizar el ensayo de proctor modificado al material de la capa base granular existente, se pudo obtener parámetros importantes como humedad óptima, peso específico húmedo y peso específico seco. Conforme a la inspección realizada en la ejecución del ensayo se pudo observar que la relación contenido de humedad y densidad seca afecta positivamente al suelo, ya que, un suelo seco tiene poco peso específico, por carencia de adherencia, por la existencia de vacíos, y por la falta de agua. Compactando un suelo a humedad óptima obtendremos un peso específico alto otorgando al suelo mayor rigidez.

La resistencia al corte del suelo (C.B.R.) influye significativamente en el suelo, ya que, al compactar adecuadamente las capas de un pavimento garantizamos el cumplimiento de su vida útil y su funcionamiento apropiado. En las pruebas se observan contundentemente que la muestra que fue compactada con 56 golpes es el que mejor performance presenta, logrando

reducir la relación de vacíos presentes en la muestra, logrando incrementar su densidad, por ende, el comportamiento del suelo se da de una manera homogénea y resistente.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades encargados de la administración de las carreteras del Perú, tomar medidas oportunas y de prevención, con el propósito de evitar la presencia de fallas o en su defecto tratar oportunamente las mismas, mediante el mantenimiento de vías.

Se sugiere optar por tratamientos superficiales en el mantenimiento de vías, lo que nos permite aminorar costos, consiguiendo carreteras de buen performance, siendo la aplicación de micropavimentos una técnica importante, ya que, es aplicable como tratamiento superficial y en carpeta asfáltica existentes ayudando a resarcir los daños presentes en las vías.

Se recomienda que, para el diseño de un micropavimento el control de calidad de los materiales es crucial (la calidad de los agregados, el uso de una emulsión asfáltica certificada) y cumplir con los requerimientos de las normas.

Se sugiere que, en investigaciones similares, se debe verificar la naturaleza mineralógica de la roca, para la selección del agregado (arena triturada en forma cubicas).

Finalmente para posteriores investigaciones se recomienda el uso de aditivos en una emulsión de rotura controlada, para controlar el tiempo de rotura, ya que, el micropavimento es muy susceptible al cambio de temperatura y con la ayuda de los aditivos se lograría controlar esas condiciones climáticas adversas.

REFERENCIAS

- ALDANA, Jorge. Análisis y comparación de las propiedades físicas y mecánicas de un diseño de mezcla para micropavimentos, utilizando arena de río y arena triturada como agregado fino, aplicado a carreteras de segundo orden. Tesis (para obtener título en ingeniería civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2021. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16408/1/Jorge%20Antonio%20Aldana%20L%C3%B3pez.pdf>
- ALEPH. [s.n.]. 20 de marzo del 2021. Disponible en: <https://aleph.org.mx/que-es-la-subrasante-de-una-carretera>
- ASSOCIATION International Slurry Surfacing. Norma de rendimiento recomendada para micropavimentacion. Anapolis: 2010, 19 pp.
- BEHAR, Danie. Metodología de la Investigación. Guanajuato: Ediciones Shalom, 2008. 94 pp. ISBN: 978-959-212-783-7
- BHRARGAVA, Nishan, KUMAR, Anjan, y RYNTATHIANG, Teiborlang. State of the art review on design and performance of microsurfacing. *Road Materials and Pavement Design*. 21(8):2091-2125, 2020
- CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego, y TORRES, Johana. Introducción a la metodología investigación Científica [en línea] 1ª ed. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, inc., 2018 [fecha de consulta: 18 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15424/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISBN: 978-9942-765-44-4
- CASTIBLANCO, Jhon. Uso de micropavimentos para adecuación de vías municipales. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Bogota: Universidad militar nueva granada, 2015. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13990/USO%20DE%20MICROP%20AVIMENTO%20PARA%20ADECUACI%C3%93N%20DE%20V%C3%8DAS%20MUNICIPALES.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- CENTRO de Formación Técnico Pontificie Universidad Católica Valparaiso. [s.n.]. 3 de agosto del 2021. Disponible en: <https://cftpucv.cl/que-es-el-analisis-granulometrico/>

- CHILLIPIO, Jose. Evaluación de desempeño del diseño de un micropavimento con emulsión asfáltica altamente modificada con polímero, Puerto Maldonado-2020. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2020.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59883>
- Directiva Nacional N° 001- 2007-MTPE/2/11.1. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 26 de mayo del 2007.
- FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.ª ed. México D.F.: Mc Graw Hill Education, inc., 2014 [fecha de consulta: 18 de abril de 2022].
Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- FLORES, Mayra, DELGADO, Horacio, y GÓMEZ, Jose. Evaluación del desempeño de mezclas asfálticas con la rueda cargada de Hamburgo. [en línea]. México: Instituto Mexicano del Transporte, inc, 2018 [fecha de consulta: 16 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt568.pdf>
ISBN: 0188-7297
- GEOTECNIA y mecánica de suelos Abc.Geotechnical Consulting. (s.f.). Disponible en: <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/proctor-modificado/>
- GUERRERO, Cristian y CRUZ, Lucio. Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(2): 378-397, diciembre del 2018.
- HERNÁNDEZ, Carlos, y CARPIO, Natalia. Introduccion a los tipos de muestreo. *Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1):75-79, abril del 2019.
- HERNÁNDEZ, Jazmin, FIGUEROA, Benjamin, y MARTÍNEZ, Mario. Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(22):53-61, abril del 2019.
- IMPACT of environmental assessment and budgetary restrictions in pavement maintenance decisions: Application to an urban network. por Torres machi Cristina, [et al]. ScienceDirect [en línea], march 2018, 59:192-204, [Fecha de consulta: 8 de abril del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920917305540?via%3Dihub>

- LAGUNA, Jose, y Suárez, Yajaira. Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Perú: Universidad César vallejo, Lima, Perú, 2021.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74458>
- LOZANO, José. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. [en línea] *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 34-39, 3 de diciembre del 2005.
Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-InvestigacionAplicada-6163749.pdf>
ISSN-e 1390-9592
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. (2018). Diseño Geométrico de Carreteras. [en línea]. DG-2018, Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles, inc, 2018 [fecha de consulta: 23 de marzo de 2022].
- NISHANT, Bhargava, ANJAN, Siddagangaiah, y TEIBORLANG, Ryntathiang. Sustainable Development with Microsurfacing. *ASTM International* [en línea]. 49(2). 29 de mayo del 2019. [fecha de consulta: 28 de marzo del 2022]. disponible en: <https://www.astm.org/jte20180817.html>
ISBN: 0090-3973
- NISHANT, Bhargava, ANJAN, Siddagangaiah, y TEIBORLANG, Ryntathiang. Effect of Cement and Fly Ash Dosages on the Characteristics and Performance of Microsurfacing Mix. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. 34(2). february 2022. [fecha de consulta: 14 de abril del 2022]. disponible en: <https://www.astm.org/jte20180817.html>
- PERÚ construye. Sheyla, Rivera, 10 de junio del 2022. Disponible en: <https://peruconstruye.net/tag/mejoramiento-de-vias/#:~:text=El%20objetivo%20es%20reactivar%20la,la%20pandemia%20del%20Covid%20D19.>
- RAVEKAR, Kratika, y JAJU, Santosh. Smart Technologies for Energy, Environment and Sustainable Development. [en línea] *Springer*, 2:383-393, febrero del 2022. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-6879-1_37#citeas
- Resolución directoral N° 02-2018-MTC/14. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 12 de enero del 2018

- RODRIGUEZ, Euclides. Aplicación de micropavimentos para la conservación de la carpeta asfáltica de la avenida San Remo del distrito de Puente Piedra. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Perú: Universidad César vallejo, Lima, Perú, 2019.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45691>
- RUJEL, Carlos y SOLÓRZANO, Karol. Importancia de la determinación de un micropavimento en frío como capa de rodadura de alta performance para el proyecto Conococha - Recuay. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Perú, 2015.
Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622453/Rodriguez_BE.pdf?sequence=5
- SANCHÉZ, Hugo., REYES, Carlos, y MEJIA, Katia. (2018). Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma. 2018. 144 pp.
ISBN: 978-612-47351-4-1
- SCARAMUTTI, Nadielka y VÁSQUEZ, Pool. Influencia de la variabilidad de la granulometría del agregado en la deformación permanente de micropavimentos para el proyecto de conservación vial complementario Huancavelica tramo V. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, 2020.
Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653196>
- SLURRY surfacing: a review of definitions, descriptions and current practices 103 - 109 por Grilli, Andrea [et al]. *RILEM Technical Letters* [en línea]. 19 de noviembre del 2019, n.o 4. [Fecha de consulta: 02 de abril del 2022]. Disponible en: <https://letters.rilem.net/index.php/rilem/article/view/91/100>
- TESIS y Masters, [s.n.].2021. Disponible en: <https://tesisymasters.mx/tecnicas-de-recoleccion-de-datos/>
- TOSCANO, Luis. Diseño de Micro-pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifo-Cusubamba, como parte del mantenimiento preventivo. Tesis (para obtener título de ingeniería civil). Quito: Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador, 2014.
Disponibles: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2222>

- UNIVESIDAD Técnica Nacional. departamento de ingeniería civil. (s.f.). Disponible en: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos Para elaborar Proyectos de Investigación Científica. 5.ª ed. Lima: San Marcos, 2015, 34pp. ISBN: 978-612-302-878-7
- VARGAS, Alejandro. Experiencia de Diseño de Micropavimentos en El Salvador. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Piura: Universidad de Piura, Perú, 20116. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2622/MAS_ICIV-L_033.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VÁSQUEZ, Luis, y GARCIA, Francisco. An overview of asphalt pavement design for streets and roads. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. [en línea]. (98):10-26. Jan-Mar del 2021 [Fecha de consulta: 12 de abril de 2012] Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingeniería/article/view/339963>
- VISE [Mensaje en un blog]. México: vise, [2021]. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. Recuperado de : <https://blog.vise.com.mx/funciones-de-las-capas-de-un-pavimento>
- WORD Economic Forum. Weforum. 2019-2020. *disponible en* : https://www3.weforum.org/docs/WEF_Annual_Report_2019_2020.pdf
- ZIARI, Hassan, ZALNEZHAD, Hossein y ZALNEZHAD, Mahdi. Effects of lead time and manufacturing methods applied for polymer-modified bitumen emulsion (PMBE) on microsurfacing performance. *Road Materials and Pavement Design*. 13 de agosto del 2021 [Fecha de consulta: 14 de abril del 2022]. Disponible en:<https://doi.org/10.1080/14680629.2021.1963818>
- ZULU, Kelvin, y MUKENDI, Kalambayi. An In-Depth Evaluation of Micro-Surfacing Treatment. *Civil Engineering Journal*, 4(9). September, 2018. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/267923524.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
V. DEPENDIENTE Micropavimento	Los micropavimentos son una combinación de materiales de excelente calidad. Con la dosificación correcta, mezclados y aplicados sobre un pavimento estructuralmente sólido, aporta notablemente en el tratamientos de mantenimiento de carreteras (Zulu & Mukendi, 2018).	El diseño de micropavimento para esta importante vía de comunicación se determinará mediante, control de calidad de los materiales, desempeño de los cuerpos de prueba en los ensayos de laboratorio a los que serán sometidos y diseño de mezclas.	Materiales.	Agregados, materiales bituminosos, agua, filler y aditivos.	Razón.
			Desempeño.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Abrasión en húmedo. ➤ Rueda cargada. ➤ Shulze Breuer and Ruck. 	Razón.
			Diseño.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad mínima de asfalto. ➤ Cantidad máximo de asfalto. ➤ Cantidad óptima de asfalto. 	Razón.
V. INDEPENDIENTE Mejoramiento de la carretera PU-111	El mejoramiento de carreteras busca mejorar la eficiencia del transporte, reduciendo costos para el desplazamiento de personas, animales y mercancías. De la misma manera, se busca reducir las pérdidas de productos agrícolas, ya que la distancia de viaje se reducirán (Perú Construye, 2022)	En el mejoramiento de la carretera se busca conocer la disponibilidad y calidad de canteras mediante estudios de suelos y de la misma manera, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la capa base granular existente y así determinar la capacidad portante del terreno.	Características de los agregados.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis granulométrico por tamizado. ➤ Límites de consistencia. ➤ Clasificación SUCS. ➤ Clasificación ASSHTO. ➤ Equivalente de arena. ➤ Determinación de partículas chatas y alargadas. ➤ Desgaste de abrasión. 	Razón.
			Resistencia al corte del suelo.	➤ California Bearing Ratio (CBR).	Razón.
			Relación contenido de humedad y densidad máxima.	➤ Proctor Modificado.	Razón.

DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESICA KM 23+000 AL KM 38+000 TRAMO AZÁNGARO – MUÑANI, PUNO – 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION	METODOLOGIA
<p align="center">Problema general</p> <p>¿De qué manera se realizará el Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.</p>	<p align="center">Objetivo general</p> <p>Realizar el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.</p>	<p align="center">Hipótesis general</p> <p>El diseño de micropavimento se realizará respetando las normas ISSA-143 y EG-2013, para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.</p>	<p align="center">Variable independiente</p> <p>Micropavimento.</p>	<p>➤ Materiales.</p>	<p>➤ Agregados, material bituminoso, agua, filler y aditivos.</p>	<p>➤ Norma ISSA – 143. ➤ Manual EG-2013.</p>	<p align="center">Enfoque de la investigación</p> <p>Cuantitativo.</p> <p align="center">Tipo de la investigación</p> <p>Aplicada.</p> <p align="center">Diseño de la investigación</p> <p>Estudio no experimental.</p>
				<p>➤ Desempeño.</p>	<p>➤ Abrasión en húmedo. ➤ Ensayo de la rueda cargada. ➤ Shulze Breuer and Ruck.</p>	<p>➤ ISSA TB –100. ➤ ISSA TB – 109. ➤ ISSA TB – 144.</p>	
				<p>➤ Diseño.</p>	<p>➤ Cantidad mínima de asfalto. ➤ Cantidad óptima de Asfalto.</p>	<p>➤ W.T.A.T. (ISSA TB -100). ➤ L.W.T. ISSA TB -109).</p>	
<p align="center">Problema específico 1</p> <p>¿Cuáles son las características de los agregados de la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.</p>	<p align="center">Objetivo específico 1</p> <p>Determinar cuáles son las características de los agregados de la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.</p>	<p align="center">Hipótesis específico 1</p> <p>Las características de los agregados de la base granular existente son adecuados, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.</p>	<p align="center">Variable dependiente</p> <p>Mejoramiento de la carretera PU-111.</p>	<p>➤ Características de los agregados.</p>	<p>➤ Análisis granulométrico por tamizado. ➤ Límites de Atterberg. ➤ Clasificación SUCS. ➤ Clasificación ASSHTO. ➤ Equivalente de arena. ➤ Determinación de partículas chatas y alargadas. ➤ Desgaste de abrasión.</p>	<p>➤ ASTM. ➤ MTC.</p>	<p align="center">Nivel</p> <p>Descriptivo.</p> <p align="center">Población.</p> <p>Carretera PU-111</p> <p align="center">Muestra.</p> <p>Tramo: Azángaro – Muñani, progresiva km 23+000 al km 38+000.</p> <p align="center">Técnicas.</p> <p>Observación participante</p> <p align="center">Instrumento.</p> <p>Ficha de registro</p>
<p align="center">Problema específico 2</p> <p>¿Cuánto afecta la relación, contenido de humedad y densidad máxima (proctor modificado) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.</p>	<p align="center">Objetivo específico 2</p> <p>Establecer cuánto afecta la relación, contenido de humedad y densidad máxima (proctor modificado) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.</p>	<p align="center">Hipótesis específico 2</p> <p>La relación, contenido de humedad y densidad seca (proctor modificado) afecta considerablemente en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022.</p>		<p>➤ Resistencia al corte del suelo.</p>	<p>➤ California Bearing Ratio (CBR).</p>	<p>➤ ASTM D 1883.</p>	
<p align="center">Problema específico 3</p> <p>¿Cómo influye la resistencia al corte del suelo (CBR) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022?.</p>	<p align="center">Objetivo específico 3</p> <p>Obtener la influencia de la resistencia al corte del suelo (CBR) en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo: Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>	<p align="center">Hipótesis específico 3</p> <p>La resistencia al corte del suelo (CBR) influye positivamente en la en la base granular existente, en el diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo: Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>		<p>➤ Relación, contenido de humedad y densidad máxima.</p>	<p>➤ Proctor Modificado.</p>	<p>➤ ASTM C1557.</p>	

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000 TRAMNO AZANGARO- MUÑANI, PUNO-2022

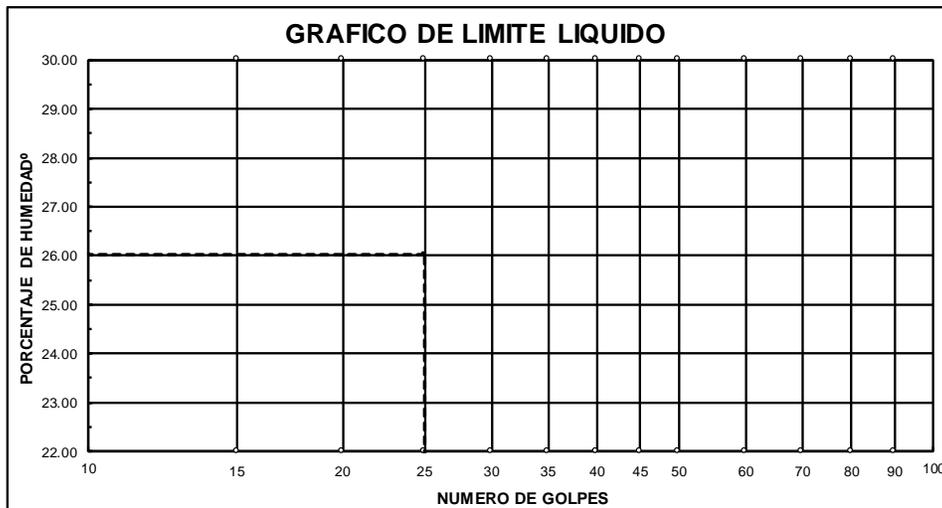
CANTERA : 0 **TECN. RESP.:** 0

MUESTRA : 0 **ING. RESP. :** 0

UBICACIÓN : MLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y ROY CUTIPA **FECHA** : 00/01/00

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO				
01. No.DE GOLPES									
02. TARRO No.									
03. SUELO HUMEDO * TARRO g									
04. SUELO SECO * TARRO g									
05. PESO DEL AGUA g							NP		
06. PESO DEL TARRO g									
07. PESO DEL SUELO SECO g									
08. HUMEDAD %									
L.L.=	%	L.P.=				I.P.=			



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000 TRAMNO AZANGARO- MUÑANI, PUNO-2022

CANTERA : 0 **TECN. RESP. :** 0
MUESTRA : 0 **ING. RESP. :** 0
UBICACIÓN : IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE **FECHA** :

EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419)

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada			
Hora de salida			
Hora de entrada			
Hora de salida			
Altura de nivel material fino			
Altura de nivel arena			
Equivalente de Arena			

Equivalente de Arena Promedio: %

OBSERVACION:

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

CANTERA :

TECN.RESP. :

MUESTRA :

ING. RESP. :

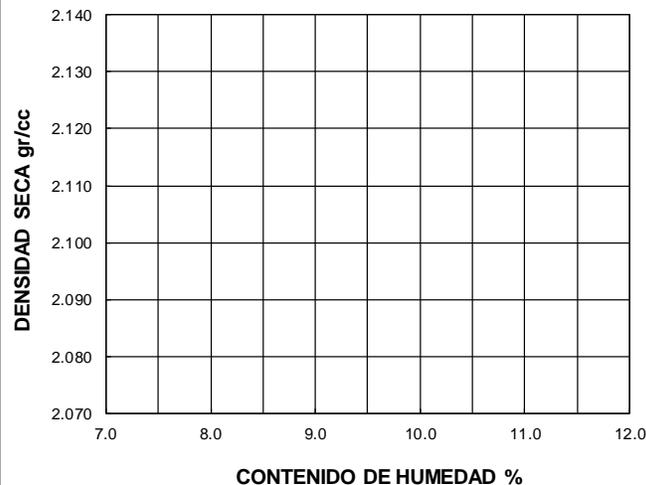
SOLICITANTE : Meth jhoselin vilca choque y Roy Cutipa Calizaya

FECHA :

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO					
PESO MOLDE					
PESO SUELO COMPACTADO					
VOLUMEN DEL MOLDE					
DENSIDAD HUMEDA					
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
PESO RECIPIENTE					
PESO DE AGUA					
PESO DE SUELO SECO					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
DENSIDAD SECA					

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca
gr/cm³

Conten. humedad óptima
%

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022
CANTERA : 0 **TECN. RESP.** : 0
MUESTRA : 0 **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : Meth jhoselin vilca choque y Roy Cutipa Caliza **FECHA** : 25/10/2018

DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS 01 CARA FRACTURADA (ASTM D 5821)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 0.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 01 CAR. FR.	% DE PART. 01 CAR. FR.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")						
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")						
25mm(1")	19.0mm(3/4")						
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")						
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")						
TOTAL		0.0	0.00				0

% DE PARTICULAS FRACTURADAS : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$
DE 01 CARA

Reemplazando en la formula : $\frac{0.00}{0.00}$

% de particulas fracturadas
de 01 cara : **#¡DIV/0!** %

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

CANTERA : 0 TECN. RESP. : 0

MUESTRA : 0 ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : Meth jhoselin vilca choque y Roy Cutipa Caliza FECHA : 25/10/2018

DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS 02 O MAS CARAS CARAS FRACTURADAS (ASTM D 5821)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 0.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 02 O MAS CARAS	% DE PART. 02 O MAS CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	0.00					
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	0.00					
25mm(1")	19.0mm(3/4")	0.00					
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	0.00					
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	0.00					
TOTAL		0.0	0.00				0

% DE PARTICULAS FRACTURADAS : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$

Reemplazando en la formula : $\frac{0.00}{0.00}$

% de particulas fracturadas
de 02 o mas caras : #¡DIV/0! %

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000 TRAMNO AZANGARO- MUÑANI, PUNO-2022
CANTERA : 0 TECN.RESP.: 0
MUESTRA : 0 ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : MLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE y ROY CUTIPA C/FECHA : 00/01/1900

SALES SOLUBLES TOTALES (ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

ENSAYO N°	1	2	3
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL			
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO			
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA			
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA			
E. A x C			
F. D x B			
G. (A x C)/(D x B)			

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{\quad 1 \quad}{\quad C \times A \quad} \times 100$$
$$\quad D \times B$$

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{\quad 1 \quad}{\quad 0 \quad} \times 100$$

Contenido de sales solubles : %

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000 TRAMNO AZANGARO- MUÑANI, PUNO-2022

CANTERA : 0 **TECN. RESP.** :

MUESTRA : 0 **ING. RESP.** :

UBICACIÓN : IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE y ROY CUTIPA CALIZAY **FECHA** :

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA	% DE DESGASTE
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)	DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	POR ABRASION
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")		.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")		.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")		.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")		.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA					

OBSERVACIONES:

1.- DATOS DE LA MUESTRA:

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CONCEPTO : FUENTE DE AGUA PARA MICROPAVIMENTO **TECNICO:** PERSONA LABORATORIO
UBICACIÓN : RIO **ING. RESPONSABLE:** ING. ALFREDO ALARCÓN A.
TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO **FECHA :** 10/05/2022

2.- PROCEDIMIENTO:**ANÁLISIS FÍSICO - QUIMICO**

DESCRIPCIÓN	ALCALINIDAD EN EL AGUA NaHCO ₃ (mg/L)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L) NTP 339.088	CONTENIDO DE CLORUROS EN EL AGUA ION Cl- (mg/L) NTP 339.088
TIPO DE MUESTRA: Agua			
FUENTE DE AGUA: RIO			

3.- COMENTARIOS:

1.- DATOS DE LA MUESTRA:

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CONCEPTO : FUENTE DE AGUA PARA MICROPAVIMENTO **TECNICO:** PERSONA LABORATORIO
UBICACIÓN : RIO **ING. RESPONSABLE:** ING. ALFREDO ALARCÓN A.
TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO **FECHA :** 10/05/2022

2.- PROCEDIMIENTO:**ANÁLISIS FÍSICO - QUIMICO**

DESCRIPCIÓN	MATERIA ORGÁNICA EN EL AGUA M. O. (mgO ₂ /L) NTP 339.072	pH NTP 339.073	CONTENIDO DE SULFATOS EN EL AGUA ION SO ₄ ⁼ (mg/L) NTP 339.074
TIPO DE MUESTRA: Agua FUENTE DE AGUA: RIO			

3.- COMENTARIOS:

ANEXO 04: Validación de datos

CARTA DE SOLICITUD

Estimado señor:

Ing. Juan Carlos Herbas Vilca

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación FICHA DE REGISTRO DE DATOS que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **“Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022”**.

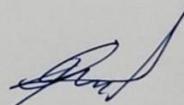
Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista: Iveth Jhoselin Vilca Choque



Tesista: Roy Francisco Cutipa Callizaya

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

Requerimiento de análisis granulométrico de agregado por tamizado (ASTM C-136)

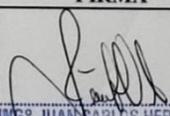
Tamices		Normas		Tolerancias por banda de trabajo		Resultados
		EG-2013	ISSA - 143	EG-2013	ISSA - 143	
(mm)	(ASTM)	Tipo M-III	Tipo M-III	EG-2013	ISSA - 143	
10	3/8"	100	100			
5	N.º 4	70-90	70-90	+5		
2.5	N.º 8	45-70	45-70	+5		
1.25	N.º 16	28-50	28-50	+5		
0.63	N.º 30	18-34	19-34	+5		
0.315	N.º 50	12-25	12-25	+4		
0.16	N.º 100	7-17	7-18	+3		
0.08	N.º 200	5-11	5-15	+2		

(*) Según las normas EG-2013 e ISSA-143, la gradación del agregado tipo III se utiliza en Rutas principales e interestatales.

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: Ing. Juan Carlos Herbas Vilca	89	 ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA SUB DIRECTOR INFRAESTRUCTURA VIAL GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DNI: 01341091		
Especialidad: INFRAESTRUCTURA VIAL		
Nº de C.I.P. 107301		
Nº de Celular: 987 070 540		

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

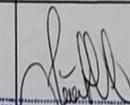
Características y requerimientos de los agregados

ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		RESULTADOS
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Partículas fracturadas	MTC E 210	100%	-	-	
Durabilidad al Sulfato de sodio	MTC E 209	Máximo 12%	AASHTO T 104	Máximo 15%	
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	-	AASHTO T 104	Máximo 25%	
Desgaste de Los Angeles	MTC E 207	Máximo 25%	AASHTO T 96	Máximo 30%	
Equivalente de Arena	MTC E 114	Mínimo 60%	AASHTO T 176	Mínimo 65%	
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máximo 8	-	-	
Adherencia Riedel-Weber	MTC E 220	Mínimo 4	-	-	
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	Mínimo 95	-	-	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: <i>ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA</i>	89	 ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA JEFE DIRECTOR INFRAESTRUCTURA VIAL COMISIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DNI: 01341091		
Especialidad: <i>INFRAESTRUCTURA VIAL</i>		
Nº de C.I.P.: 107301		
Nº de Celular: 987 070 540		

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
Vilca Choque Ivleth Jhoselin

DISEÑO DE MICROPAVIMENTO

ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		RESULTADOS
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Consistencia	AASHTO D 3910	2-3 cm	ISSA TB-106	2-3 cm	
Cohesion húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.	
Cohesion húmeda (60 minutos)	ISSA TB-149	20 kg-cm mín.	ISSA TB-149	20 kg-cm mín.	
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% máx.	ISSA TB-114	90% mín.	
Abrasión húmeda (1 hora)	MTC E 417	538 g/m2 máx.	ISSA TB 100	538 g/m2 máx.	
Abrasión húmeda (6 días)	MTC E 417	807 g/m2 máx.	ISSA TB 100	807 g/m2 máx.	
Rueda cargada	MTC E 418	538 g/m2 máx.	ISSA TB 109	538 g/m2 máx.	
Desplazamiento lateral	ISSA TB-147	5% máx.	ISSA TB-147	5% máx.	
Tiempo de mezclado 25 °C	ISSA TB-113	120 s mín. controlable	ISSA TB-113	120 s mín. controlable	
Compatibilidad de clasificación	ISSA TB-144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)	ISSA TB-144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA

Nombres y apellidos: ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA

DNI: 01341091

Especialidad: INFRAESTRUCTURA VIAL

Nº de C.I.P. 107301

Nº de Celular: 987 070 540

PUNTAJE

88

FIRMA

ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA
SR. DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA VIAL
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

ANÁLISIS DE BASE GRANULAR EXISTENTE

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

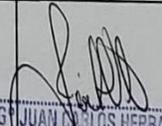
Base granular existente (cantera: en plataforma)

ENSAYOS	NORMA	RESULTADOS
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422	
Límites de consistencia	ASTM D-424	
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	
Determinación de partículas chatas y alargadas	MTC E 221, ASTM D 4791	
Determinación de partículas fracturadas	ASTM D 5821	
Sales solubles totales	ASTM D 1888, MTC E 219-2000	
Desgaste de abrasión	ASTM C131 (Gradación "A")	
Proctor modificado	ASTM D-1557	
Valor relativo de soporte	ASTM D-1883	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: <i>ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA</i>	89	 ING. JUAN CARLOS HERBAS VILCA SUB DIRECTOR INFRAESTRUCTURA VIAL DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DNI: 01341091		
Especialidad: <i>INFRAESTRUCTURA VIAL</i>		
N° de C.I.P. 107301		
N° de Celular: 987 070 540		

CARTA DE SOLICITUD

Estimado señor:

Ing. Carlos A. Gonzales Gutiérrez

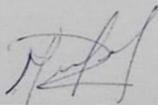
Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación FICHA DE REGISTRO DE DATOS Y GUÍA DE OBSERVACIÓN, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada "**Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022**".

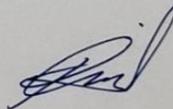
Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista: Ivleth Jhoselin Vilca Choque



Tesista: Roy Francisco Cutipa Calizaya

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
Vilca Choque Ivleth Jhoselin

Requerimiento de análisis granulométrico de agregado por tamizado (ASTM C-136)

Tamices		Normas		Tolerancias por banda de trabajo		Resultados
		EG-2013	ISSA - 143	EG-2013	ISSA - 143	
(mm)	(ASTM)	Tipo M-III	Tipo M-III			
10	3/8"	100	100			
5	N.º 4	70-90	70-90	+5		
2.5	N.º 8	45-70	45-70	+5		
1.25	N.º 16	28-50	28-50	+5		
0.63	N.º 30	18-34	19-34	+5		
0.315	N.º 50	12-25	12-25	+4		
0.16	N.º 100	7-17	7-18	+3		
0.08	N.º 200	5-11	5-15	+2		

(*) Según las normas EG-2013 e ISSA-143, la gradación del agregado tipo III se utiliza en Rutas principales e interestatales.

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

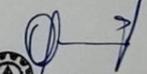
DATOS DEL ESPECIALISTA

Nombres y apellidos:
Carlos Alberto Gonzales Gutierrez
DNI: 01323426
Especialidad: Maestro en Dirección de la Construcción
Nº de C.I.P. 59891
Nº de Celular: 951565812

PUNTAJE

85

FIRMA



Carlos Alberto Gonzales Gutierrez
INGENIERO CIVIL
REG CIP 59891

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

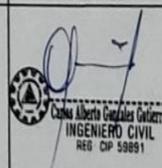
Características y requerimientos de los agregados

ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		RESULTADOS
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Partículas fracturadas	MTC E 210	100%	-	-	
Durabilidad al Sulfato de sodio	MTC E 209	Máximo 12%	AASHTO T 104	Máximo 15%	
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	-	AASHTO T 104	Máximo 25%	
Desgaste de Los Angeles	MTC E 207	Máximo 25%	AASHTO T 96	Máximo 30%	
Equivalente de Arena	MTC E 114	Mínimo 60%	AASHTO T 176	Mínimo 65%	
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máximo 8	-	-	
Adherencia Riedel-Weber	MTC E 220	Mínimo 4	-	-	
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	Mínimo 95	-	-	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: Carlos Alberto Gonzales Gutiérrez	85	 Carlos Alberto Gonzales Gutiérrez INGENIERO CIVIL REG. CIP 59891
DNI: 01323426		
Especialidad: Maestro en Dirección de la Construcción		
N° de C.I.P. 59891		
N° de Celular: 951565812		

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

DISEÑO DE MICROPAVIMENTO

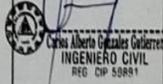
ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		RESULTADOS
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Consistencia	AASHTO D 3910	2-3 cm	ISSA TB-106	2-3 cm	
Cohesion húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm min.	ISSA TB-139	12 kg-cm min.	
Cohesion húmeda (60 minutos)	ISSA TB-149	20 kg-cm min.	ISSA TB-149	20 kg-cm min.	
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% max.	ISSA TB-114	90% min.	
Abrasión húmeda (1 hora)	MTC E 417	538 g/m2 máx.	ISSA TB 100	538 g/m2 máx.	
Abrasión húmeda (6 días)	MTC E 417	807 g/m2 máx.	ISSA TB 100	807 g/m2 máx.	
Rueda cargada	MTC E 418	538 g/m2 máx.	ISSA TB 109	538 g/m2 máx.	
Desplazamiento lateral	ISSA TB-147	5% máx.	ISSA TB-147	5% máx.	
Tiempo de mezclado 25 °C	ISSA TB-113	120 s min. controlable	ISSA TB-113	120 s min. controlable	
Compatibilidad de clasificación	ISSA TB-144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)	ISSA TB-144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA

Nombres y apellidos: Carlos Alberto Gonzales Gutiérrez	85	
DNI: 01323426		
Especialidad: Maestro en Dirección de la Construcción		
N° de C.I.P. 59891		
N° de Celular: 951565812		

ANÁLISIS DE BASE GRANULAR EXISTENTE

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

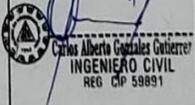
Base granular existente (cantera: en plataforma)

ENSAYOS	NORMA	RESULTADOS
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422	
Límites de consistencia	ASTM D-424	
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	
Determinación de partículas chatas y alargadas	MTC E 221, ASTM D 4791	
Determinación de partículas fracturadas	ASTM D 5821	
Sales solubles totales	ASTM D 1888, MTC E 219-2000	
Desgaste de abrasión	ASTM C131 (Gradación "A")	
Proctor modificado	ASTM D-1557	
Valor relativo de soporte	ASTM D-1883	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: Carlos Alberto Gonzales Gutiérrez	85	
DNI: 01323426		
Especialidad: Maestro en Dirección de la Construcción		
N° de C.I.P. 59891		
N° de Celular: 951565812		

CARTA DE SOLICITUD

Estimado señor:

Ing. Francisco Chata Quispe

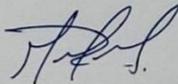
Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación FICHA DE REGISTRO DE DATOS que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **“Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022”**.

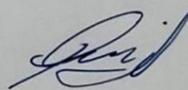
Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista: Ivleth Jhoselin Vilca Choque



Tesista: Roy Francisco Cutipa Calizaya

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

Requerimiento de análisis granulométrico de agregado por tamizado (ASTM C-136)

Tamices		Normas		Tolerancias por banda de trabajo		Resultados
		EG-2013	ISSA - 143	EG-2013	ISSA - 143	
(mm)	(ASTM)	Tipo M-III	Tipo M-III	EG-2013	ISSA - 143	
10	3/8"	100	100			
5	N.º 4	70-90	70-90	+5		
2.5	N.º 8	45-70	45-70	+5		
1.25	N.º 16	28-50	28-50	+5		
0.63	N.º 30	18-34	19-34	+5		
0.315	N.º 50	12-25	12-25	+4		
0.16	N.º 100	7-17	7-18	+3		
0.08	N.º 200	5-11	5-15	+2		

(*) Según las normas EG-2013 e ISSA-143, la gradación del agregado tipo III se utiliza en Rutas principales e interestatales.

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: <i>Francisco Chata Quispe</i>	90	
DNI: <i>01229084</i>		
Especialidad: <i>Ingeniero Civil</i>		
Nº de C.I.P. <i>168559</i>		
Nº de Celular: <i>951012416</i>		

ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
Viñca Choque Ivleth Josefin

DISEÑO DE MICROPAVIMENTO

ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		RESULTADOS
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Consistencia	AASHTO D 3910	2-3 cm	ISSA TB-106	2-3 cm	
Cohesion húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.	
Cohesion húmeda (60 minutos)	ISSA TB-149	20 kg-cm mín.	ISSA TB-149	20 kg-cm mín.	
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% máx.	ISSA TB-114	90% mín.	
Abrasión húmeda (1 hora)	MTC E 417	538 g/m2 máx.	ISSA TB 100	538 g/m2 máx.	
Abrasión húmeda (6 días)	MTC E 417	807 g/m2 máx.	ISSA TB 100	807 g/m2 máx.	
Rueda cargada	MTC E 418	538 g/m2 máx.	ISSA TB 109	538 g/m2 máx.	
Desplazamiento lateral	ISSA TB-147	5% máx.	ISSA TB-147	5% máx.	
Tiempo de mezclado 25 °C	ISSA TB-113	120 s mín. controlable	ISSA TB-113	120 s mín. controlable	
Compatibilidad de clasificación	ISSA TB-144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)	ISSA TB-144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA

Nombres y apellidos: Francisco Chata Quispe
 DNI: 01229084
 Especialidad: Ingeniero Civil
 N° de C.I.P. 168559
 N° de Celular: 951 012416

PUNTAJE

91

FIRMA



ANÁLISIS Y REQUERIMIENTO DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MICROPAVIMENTOS

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

Características y requerimientos de los agregados

ENSAYOS	EG-2013		ISSA - 143		RESULTADOS
	Norma	Requerimiento	Norma	Requerimiento	
Partículas fracturadas	MTC E 210	100%	-	-	
Durabilidad al Sulfato de sodio	MTC E 209	Máximo 12%	AASHTO T 104	Máximo 15%	
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	-	AASHTO T 104	Máximo 25%	
Desgaste de Los Angeles	MTC E 207	Máximo 25%	AASHTO T 96	Máximo 30%	
Equivalente de Arena	MTC E 114	Mínimo 60%	AASHTO T 176	Mínimo 65%	
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máximo 8	-	-	
Adherencia Riedel-Weber	MTC E 220	Mínimo 4	-	-	
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	Mínimo 95	-	-	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: <i>Francisco Chata Quispe</i>	89	
DNI: <i>01229084</i>		
Especialidad: <i>Ingeniero Civil</i>		
N° de C.I.P. <i>168559</i>		
N° de Celular: <i>951012416</i>		

ANÁLISIS DE BASE GRANULAR EXISTENTE

Tesis : Diseño de micropavimento para mejoramiento de la carretera PU-111 progresiva km23+000 al km 38+000 tramo Azángaro – Muñani, Puno – 2022

Tesistas: Cutipa Calizaya Roy Francisco
 Vilca Choque Ivleth Jhoselin

Base granular existente (cantera: en plataforma)

ENSAYOS	NORMA	RESULTADOS
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422	
Límites de consistencia	ASTM D-424	
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	
Determinación de partículas chatas y alargadas	MTC E 221, ASTM D 4791	
Determinación de partículas fracturadas	ASTM D 5821	
Sales solubles totales	ASTM D 1888, MTC E 219-2000	
Desgaste de abrasión	ASTM C131 (Gradación "A")	
Proctor modificado	ASTM D-1557	
Valor relativo de soporte	ASTM D-1883	

ESCALA DE CALIFICACIÓN:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20	21-40	41-60	61-80	81-100
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación

Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez

DATOS DEL ESPECIALISTA	PUNTAJE	FIRMA
Nombres y apellidos: <i>Francisco Chata Quispe</i>	90	 GOBIERNO REGIONAL PUNO Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Dirección de Inspección y Control FRANCISCO CHATA QUISPE INGENIERO CIVIL CIP: 168559
DNI: <i>01229084</i>		
Especialidad: <i>Ingeniero Civil</i>		
N° de C.I.P. <i>168559</i>		
N° de Celular: <i>951012416</i>		

ANEXO 05: Certificados de laboratorio



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA.



OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA, KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
SOLICITANTES : IVLETH JOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CANTERA : CABANILLAS **TECNICO :** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : ARENA CHANCADA, MUESTRA 01 **ING. RESPON.** ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : JULIACA **FECHA :** 02/05/2022

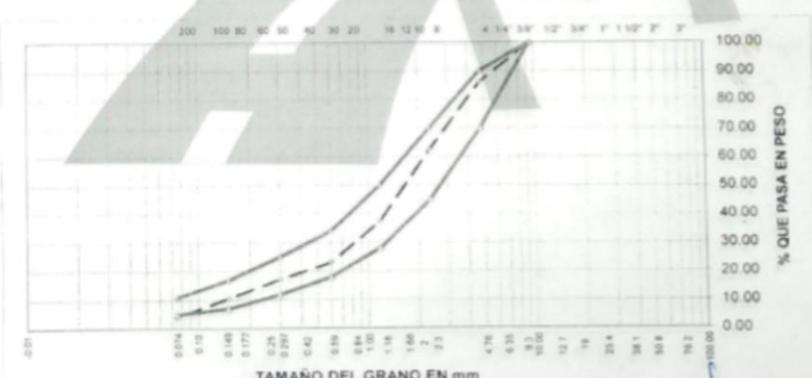
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					III	
2 1/2"	63.000						Peso inicial 3740 gr
2"	50.000						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00	100.00	
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No 04	4.750	523.00	13.98	13.98	86.02	70 - 90	
No 08	2.360	881.00	23.56	37.54	62.46	45 - 70	
No 16	1.180	942.00	25.19	62.73	37.27	28 - 50	
No 30	0.600	534.00	14.28	77.01	22.99	18 - 34	
No 50	0.300	216.00	5.78	82.79	17.21	12 - 25	
No 100	0.150	248.00	6.63	89.42	10.58	07 - 17	
No 200	0.075	242.00	6.47	95.89	4.11	5 - 11	
<No 200		154.00	4.12	100.01			

REPRESENTACION GRAFICA

TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Empresa de Consultoría, Laboratorio y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.R. 84732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA.

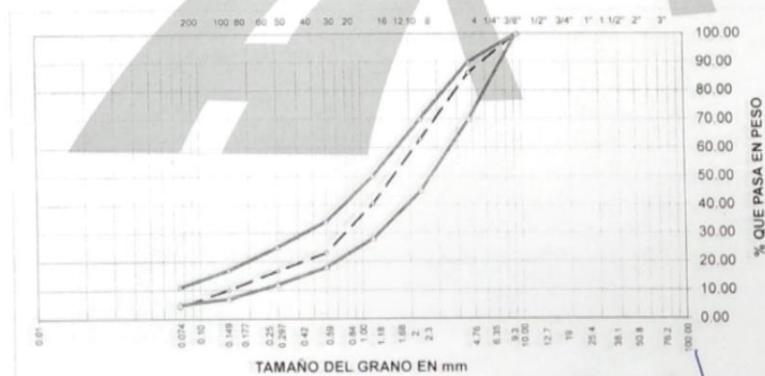


OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA
 KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
 SOLICITANTES: IVLETH JOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA
 CANTERA : CABANILLAS TECNICO : PERSONAL LABORATORIO
 MUESTRA : ARENA CHANCADA, MUESTRA 02 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					III	
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 3862 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500				100.00	100.00	
3/8"	9.500				100.00		
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	536.00	13.88	13.88	86.12	70 - 90	
No.08	2.360	895.00	23.17	37.05	62.95	45 - 70	
No.16	1.180	874.00	22.63	59.68	40.32	28 - 50	
No.30	0.600	669.00	17.32	77.00	23.00	18 - 34	
No.50	0.300	241.00	6.24	83.24	16.76	12 - 25	
No.100	0.150	267.00	6.95	89.89	10.11	07 - 17	
No.200	0.075	227.00	5.88	95.77	4.23	5 - 11	
<No.200		163.00	4.22	99.99			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. 0732

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



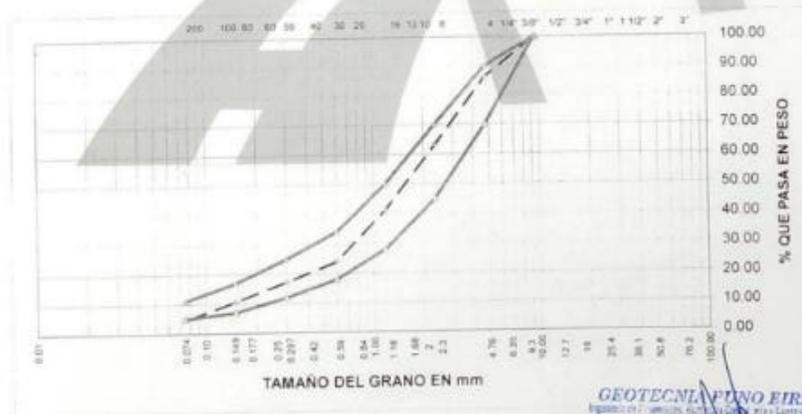
OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA
 KM 23+000 AL KM 38+000. TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
 SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CANTERA : CABANILLAS **TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : ARENA CHANCADA, MUESTRA 03 **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : JULIACA **FECHA** : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					III	
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 3952 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00	100.00	
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	547.00	13.84	13.84	86.16	70 - 90	
No.08	2.360	916.00	23.18	37.02	62.98	45 - 70	
No.16	1.180	862.00	21.81	58.83	41.17	28 - 50	
No.30	0.600	678.00	17.16	75.99	24.01	18 - 34	
No.50	0.300	268.00	6.78	82.77	17.23	12 - 25	
No.100	0.150	259.00	6.56	89.32	10.68	07 - 17	
No.200	0.075	241.00	6.10	95.42	4.58	5 - 11	
<No.200		181.00	4.58	100.00			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ingeniería y Construcción S.A. - PUNO - PERU

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 81738

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

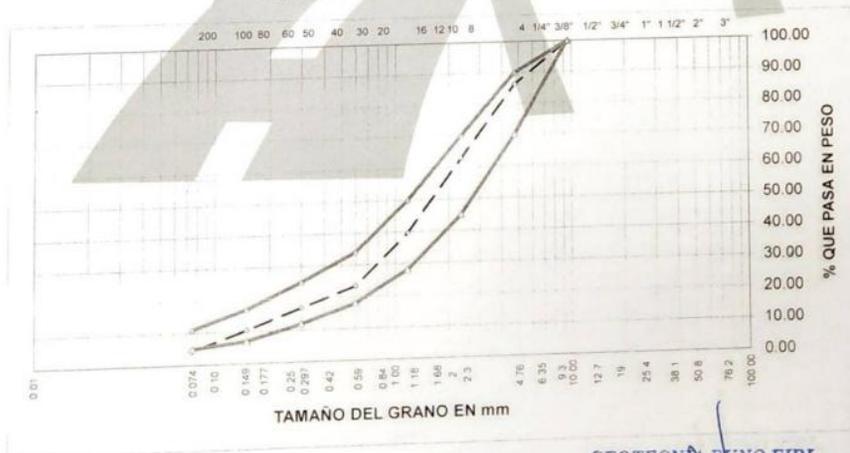


OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA
 KM 23+000 AL KM 38+000. TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
 SOLICITANTES : IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA
 CANTERA : CABANILLAS TECNICO : PERSONAL LABORATORIO
 MUESTRA : ARENA CHANCADA, PROMEDIO ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					III	
2 1/2"	63.000						Peso inicial : gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500	M - 01	M - 02	M - 03	PROMEDIO		CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
1/4"	6.300	100.00	100.00	100.00	100.00		
No 04	4.750	86.02	86.12	86.16	86.10	70 - 90	
No 08	2.360	62.46	62.95	62.98	62.80	45 - 70	
No. 16	1.180	37.27	40.32	41.17	39.59	28 - 50	
No. 30	0.600	22.99	23.00	24.01	23.33	18 - 34	
No. 50	0.300	17.21	16.76	17.23	17.07	12 - 25.	
No. 100	0.150	10.58	10.11	10.68	10.46	07 - 17.	
No. 200	0.075	4.11	4.23	4.58	4.31	5 - 11.	
<No 200							

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Cimentación, Obras de Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESVA
 KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA
CANTERA : FILLER
MUESTRA : FILLER, MUESTRA 01
UBICACIÓN : JULIACA
TECNICO : PERSONAL DE LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
FECHA : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					Filler	Peso Inicial : 472 gr
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000					CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA	
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.08	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.30	0.600	3.00	0.64	0.64	99.36		100 - 100
No.50	0.300	4.00	0.85	1.49	98.51		95 - 100.
No. 100	0.150	6.00	1.27	2.76	97.24		
No.200	0.075	10.00	2.12	4.88	95.12	70 - 100.	
<No.200		449.00	95.13	100.01			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA
 KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MURANI PUNO 2022
 SOLICITANTES: IVLETH JOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA
 CANTERA : CABANILLAS TECNICO : PERSONAL DE LABORATORIO
 MUESTRA : ARENA CHANCADA, MUESTRA 02 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					Filler	
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 581 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.08	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.30	0.600	5.00	0.86	0.86	99.14	100 - 100	
No.50	0.300	6.00	1.03	1.89	98.11	95 - 100.	
No.100	0.150	9.00	1.55	3.44	96.56		
No.200	0.075	12.00	2.07	5.51	94.49	70 - 100.	
<No.200		549.00	94.49	100.00			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP 61734



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

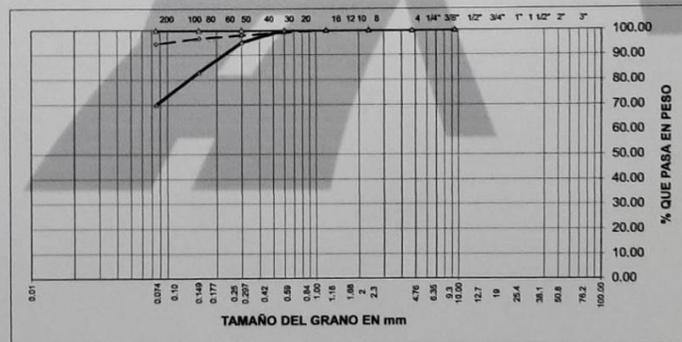


OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA
 KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MIUNANI PUNO 2022
 SOLICITANTES: MLETH JOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALZAYA
 CANTERA : CABANILLAS
 MUESTRA : ARENA CHANCADA, MUESTRA 03
 UBICACIÓN : JULIACA
 TECNICO : PERSONAL DE LABORATORIO
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 FECHA : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					Filler	
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 641 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.08	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.30	0.600	6.00	0.94	0.94	99.06	100 - 100	
No.50	0.300	7.00	1.09	2.03	97.97	95 - 100	
No.100	0.150	9.00	1.40	3.43	96.57		
No.200	0.075	14.00	2.18	5.61	94.39	70 - 100	
<No.200		605.00	94.38	99.99			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Supervisión Consultoría y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



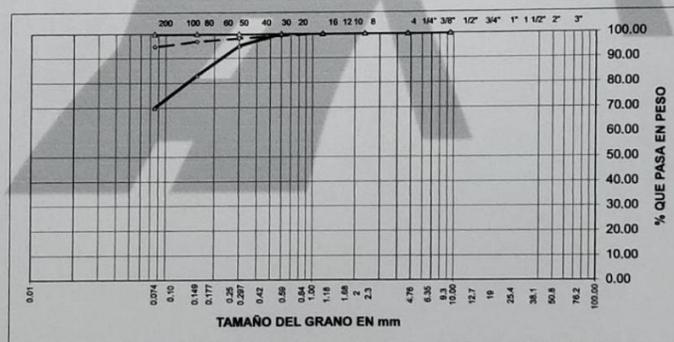
OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA
 KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
 SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CANTERA : CABANILLAS **TECNICO** : PERSONAL DE LABORATORIO
MUESTRA : ARENA CHANCADA, PROMEDIO **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : JULIACA **FECHA** : 02/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MORTERO ASFALTICO

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					Filler	
2 1/2"	63.000						Peso inicial : gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500	M - 01	M - 02	M - 03	PROMEDIO		CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
1/4"	6.300				100.00		
No.04	4.750				100.00		
No.08	2.360				100.00		
No.16	1.180				100.00		
No.30	0.600	99.36	99.14	99.06	99.19	100 - 100	
No.50	0.300	98.51	98.11	97.97	98.20	95 - 100.	
No.100	0.150	97.24	96.56	96.57	96.79		
No.200	0.075	95.12	94.49	94.39	94.67	70 - 100.	
<No.200							

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROG
KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022

SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CANTERA : CABANILLAS TECNICO : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : ARENA CHANCADA ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 02/05/2022

ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCU-RRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.30 pm	02/05/22	03/05/22	18	8.00 am	10.30 am	0	1.29	29
2	2.30 pm	03/05/22	04/05/22	18	8.00 am	10.30 am	1	1.30	28
3	2.30 pm	04/05/22	05/05/22	18	8.00 am	10.30 am	2	1.30	28
4	2.30 pm	05/05/22	06/05/22	18	8.00 am	10.30 am	3	1.29	29
5	2.30 pm	06/05/22	07/05/22	18	8.00 am	10.30 am	4	1.29	29
6	2.30 pm	07/05/22	08/05/22	18	8.00 am	10.30 am	5	1.29	28

AGREGADO FINO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
Nº 04	Nº 10	7.30	300.00	10.14	0.91	
Nº 10	Nº 20	18.10	300.00	11.54	2.56	
Nº 20	Nº 40	13.10	300.00	12.95	2.08	
Nº 40	Nº 80	31.30	300.00	13.58	5.22	
Nº 80	Nº 100	11.70	250.00	15.24	2.19	
TOTALES		81.50			12.96	

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Estructuras, Pavimentos, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU 111
PROGRESIVA KM 33+000 AL KM 38+000 TRAMO AZANGARO - MICHANI PUÑO 2022
SOLICITANTES : VLETHA JOSELYN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CÚTIPA CALZAYA

CANTERA : **CABANILLAS** TECNICO : PERCY BALDEARON DE LABORAT

MUESTRA : **GRAVA** ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A

UBICACION : JULIACA FECHA : 03/05/2022

DESGASTE DE ABRASION ASTM C 131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)		
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1.251.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1.252.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1.253.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1.251.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5.007.0	4.129.80	877.20	17.52%

OBSERVACIONES

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON A
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.P. 11732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



1.- DATOS DE LA MUESTRA:

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
SOLICITANTES: IVLETH IHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CONCEPTO : FUENTE DE AGUA PARA MICROPAVIMENTO **TECNICO:** PERSONA LABORATORIO

UBICACIÓN : RIO **ING. RESPONSABLE:** ING. ALFREDO ALARCÓN A.

TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO **FECHA :** 10/05/2022

2.- PROCEDIMIENTO:

ANÁLISIS FÍSICO - QUIMICO

DESCRIPCIÓN	ALCALINIDAD EN EL AGUA NaHCO ₃ (mg/L)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L) NTP 330.088	CONTENIDO DE CLORUROS EN EL AGUA ION Cl- (mg/L) NTP 339.088
TIPO DE MUESTRA: Agua			
FUENTE DE AGUA: RIO	46.82	0.78	42.84

3.- COMENTARIOS:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Proyectos Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Rq. C. 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



1.- DATOS DE LA MUESTRA:

OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022
SOLICITANTES: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE Y FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

CONCEPTO : FUENTE DE AGUA PARA MICROPAVIMENTO

UBICACIÓN : RIO

TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO

TÉCNICO: PERSONA LABORATORIO

ING. RESPONSABLE: ING. ALFREDO ALARCÓN A.

FECHA : 10/05/2022

2.- PROCEDIMIENTO:

ANÁLISIS FÍSICO - QUIMICO

DESCRIPCIÓN	MATERIA ORGÁNICA EN EL AGUA M. O. (mgO ₂ /L) NTP 339.072	pH NTP 339.073	CONTENIDO DE SULFATOS EN EL AGUA ION SO ₄ ⁼ (mg/L) NTP 339.074
TIPO DE MUESTRA: Agua			
FUENTE DE AGUA: RIO	31.02	7.3	134.8

3.- COMENTARIOS:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Mecánica de Suelos y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



EMULTEC CQS-1HP

EMULSIÓN CATIONICA DE RUPTURA CONTROLADA CON POLIMERO

GUIA TDM ASFALTOS :
CLIENTE: IVLETH JHOSELIN VILCA CHOQUE y ROY FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA

REFERENCIAS: EXPEDIENTE MP. 023-2022 LAB.TOM ASFALTOS

TANQUE: _____ CINTILLO DE SEGURIDAD N°: _____

LOTE DE PRODUCCIÓN: MINIPLANTA _____

CANTIDAD: 4 KILOGRAMOS _____

FECHA DE PRODUCCIÓN: 13/07/2022 _____

ENSAYOS SOBRE EMULSIÓN	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
			MÍNIMO	MÁXIMO	
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C	D 7496	ssf	20	100	43
RESIDUO POR EVAPORACION	D 6934	%	62	--	62.5
SEDIMENTACION A LOS 7 DIAS	D 6930	%	--	5	0.3
PRUEBA DEL TAMIZ N° 20	D 6933	%	--	0.1	0.00
CARGA DE PARTÍCULA	D 7402		POSITIVA		POSITIVA

ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE EMULSIÓN					
PENETRACIÓN, 25°C, 100 g, 5 s	D 5	dmm	50	90	57
DUCTILIDAD, 5°C, 5 cm/min	D 113	cm	10	--	18.0
RECUPERACION ELASTICA LINEAL, 25°C, 20 cm	D 6084	%	30	--	40.0

OBSERVACIONES: El producto cumple especificaciones de calidad MTC-EG-2013
Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada
PE:1.00

Original: Cliente
Copia 1: Area Técnica
Copia 2: Producción
Copia 3: Laboratorio


Hector Huapaya
Laboratorista


Wendy Herencia
Jefe del área técnica

Fecha de Emisión : Lima, 26 de julio del 2022

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin - Lurin. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313



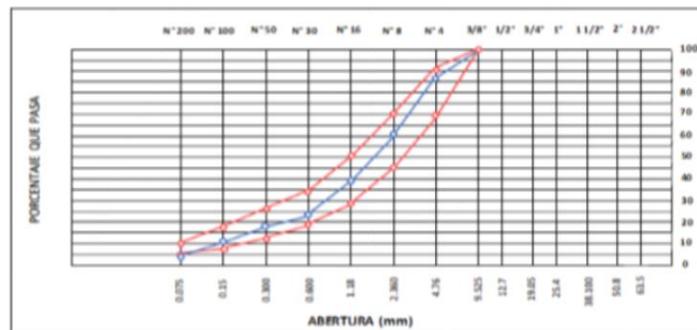
INFORME DE DISEÑO

Proyecto : Diseño de micropavimento para mantenimiento de la carretera PU-111 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro-Muñani, Puno-2022
 Solicitante : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Roy Francisco Cutipa Calizaya
 Referencia : Tratamiento Superficial Micropavimento Tipo III
 Fecha : Lima 11 de Julio del 2022

I. Caracterización de Agregados

Procedencia de la muestra : Arena Chancada – Cant. Cabanillas
 Referencia : Formular Micropavimento Tipo III.
 Observaciones : Muestreado y enviado por los interesados.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)			
SERIE	ABERTURA	PASA	TIPO III EG-2013
AMERICANA	(mm)	%	
3/8"	9.525	100	100
# 4	4.760	86.1	70 - 90
# 8	2.380	62.8	45 - 70
# 16	1.190	39.6	28 - 50
# 30	0.590	23.3	18 - 34
# 50	0.297	17.1	12 - 25
# 100	0.149	10.5	7 - 17
# 200	0.074	4.3	5 - 11
< # 200	(ASTM C - 117)		



ENSAYO	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419)	MÍN. 65%	80.70%
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	MÁX. 8.0 mg/g	6.0 mg/g
PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)	REPORTAR	1615 kg/m ³
PÁRTICULAS FRAC TURADAS (MTC E 210)	100%	100%
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (ASTM C 88)	MÁX. 25%	12.95%
DESGASTE DE LOS ÁNGELES (MTC E 207)	MÁX. 25%	17.52%
RIEDEL WEBER (MTC E 220)	MÍN.4	-
ADHERENCIA MÉTODO ESTÁTICO (ASTM D 1664)	MÍN.95%	+95



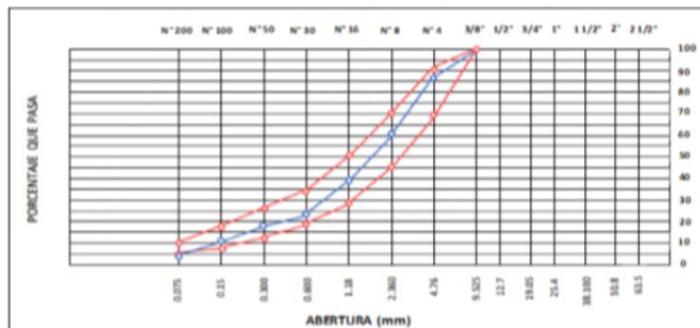
INFORME DE DISEÑO

Proyecto : Diseño de micropavimento para mantenimiento de la carretera PU-111
 progresiva km 23+000 al km 38+000 tramo Azángaro-Muñani, Puno-2022
 Solicitante : Ivleth Jhoselin Vilca Choque y Roy Francisco Cutipa Calizaya
 Referencia : Tratamiento Superficial Micropavimento Tipo III
 Fecha : Lima 11 de Julio del 2022

I. Caracterización de Agregados

Procedencia de la muestra : Arena Chancada – Cant. Cabanillas
 Referencia : Formular Micropavimento Tipo III.
 Observaciones : Muestreado y enviado por los interesados.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)			
SERIE	ABERTURA	PASA	
AMERICANA	(mm)	%	TIPO III EG-2013
3/8"	9.525	100	100
# 4	4.760	86.1	70 - 90
# 8	2.380	62.8	45 - 70
# 16	1.190	39.6	28 - 50
# 30	0.590	23.3	18 - 34
# 50	0.297	17.1	12 - 25
# 100	0.149	10.5	7 - 17
# 200	0.074	4.3	5 - 11
< # 200	(ASTM C - 117)		



ENSAYO	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419)	MÍN. 65%	80.70%
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	MÁX. 8.0 mg/g	6.0 mg/g
PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)	REPORTAR	1615 kg/m ³
PÁRTICULAS FRAC TURADAS (MTC E 210)	100%	100%
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (ASTM C 88)	MÁX. 25%	12.95%
DESGASTE DE LOS ÁNGELES (MTC E 207)	MÁX. 25%	17.52%
RIEDEL WEBER (MTC E 220)	MÍN.4	-
ADHERENCIA MÉTODO ESTÁTICO (ASTM D 1664)	MÍN.95%	+95



II. Características de la Emulsión Asfáltica

Tipo de emulsión : Emulsión Cationica de Rotura Controlada Emultec modificada con polímero CQS-1hp.
Referencia : MINIPLANTA CQS-1hp

ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN
Residuo Asfáltico	ASTM D 6934	%	63.5	Mínimo 62%
Penetración (25 °C, 100g, 5 seg)	ASTM D 5	dmm	59	50 - 90 dmm

III. ANÁLISIS DE AGUA

PROCEDENCIA	ESPECIFICACIÓN		RESULTADO	
	PH	DUREZA	PH	DUREZA
POTABLE	(5.5 - 8)	MAXIMO 380 ppm	7.30	335 ppm

IV. Contenido Teórico de Asfalto

Asfalto teórico en base a la granulometría : 9.1%
Emulsión asfáltica teórica calculada : 14.9%

V. Calidad de Mezcla

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

Rueda cargada (ISSA TB 109)

Abrasión en humedo (ISSA TB 100)

Asfalto Teorico (%)	Emulsion Teorica (%)	Agua (%)	Aditivo (%)	Cemento (%)
9.1	14.9	10.0	1.0	0.5

- El porcentaje de agua que se indica es la añadida al agregado.
- Filler : Cemento sol tipo I.
- Tiempo de mezclado > 120 segundos.
- Porcentajes en peso del agregado seco.

VI. Especificaciones

ENSAYO	MÉTODO	ESPECIFICACIÓN
Tiempo de mezclado	ISSA TB 113	Mínimo 120 seg.
Consistencia	ISSA TB 106	2-3 cm
Cohesión húmeda	ISSA TB 139	Mínimo 30 min., 12 kg-cm
		Mínimo 60 min., 20 kg-cm
Recubrimiento	ISSA TB 114	Mínimo 90%
Desplazamiento Lateral	ISSA TB -147	5% Máximo
WTAT	ISSA TB 100	Máximo 538 g/m ²
LWT	ISSA TB 109	Máximo 538 g/m ²

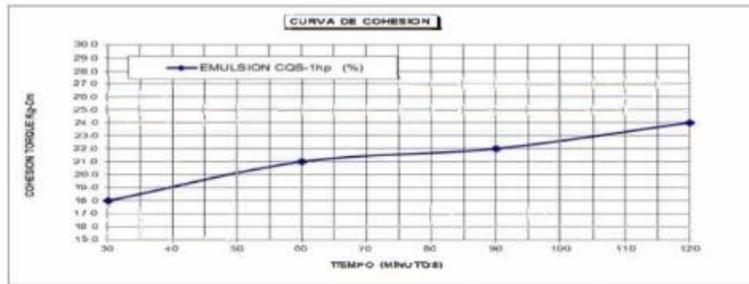


VII. Tiempo de mezclado.- Mayor a 120 Seg.

VIII. Consistencia.- La mezcla tiene una consistencia de 3.0 cm.

IX. COHESION

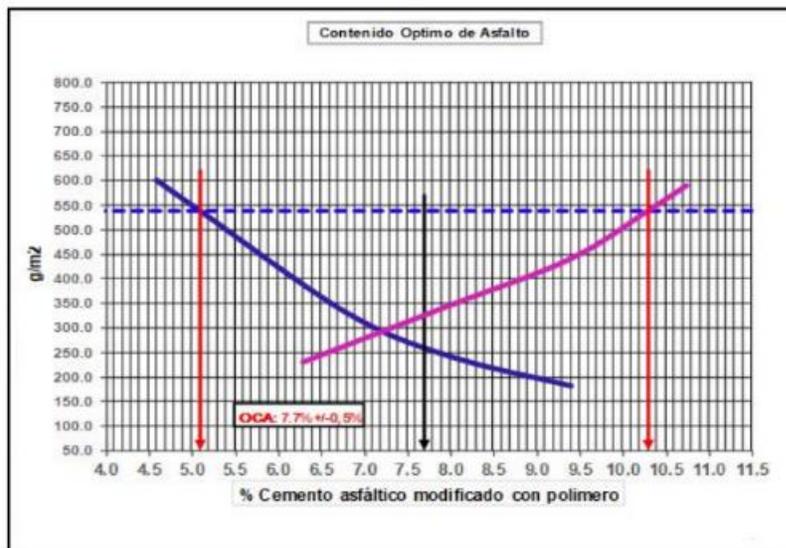
TEMPERATURA LABORATORIO	% ASFALTO	% EMULSIÓN	% AGUA	% ADITIVO	% CEMENTO	TIEMPO DE MEZCLADO (Segundos)	COHESIÓN (kg-cm)	
							30 min	60 min
26°C aprox.	7.7	12.5	10.0	1.0	0.5	>120	18.0	21.0



X. Recubrimiento : Mayor a 95%

XI. Resultados

Cemento Asfáltico Mod. con Polímero	Emulsión (%)	WTAT (g/m ²)	LWT (g/m ²)
6.7	10.8	440.0	230.0
8.1	12.8	345.5	345.5
9.3	14.8	230.0	440.0





XII. Resultados con el Óptimo Contenido de Asfalto Residual

Cemento Asfáltico Mod. con Polímero (%)	Emulsión (%)	WTAT (g/m ²)	LWT (g/m ²)	Desplazamiento Lateral (%)
7.7	12.5	254.2	355.0	1.5

XIII. Dosificación

Diseño de Micropavimento TIPO III.

- Cantidad óptima de emulsión asfáltica CQS-1hp (Rango de tasa de aplicación: 11.7 % a 13.3 %) : 12.5%
- Cantidad de agua . : 10.0%
- Aditivo (Con respecto a la cantidad de agua) : 1.0 %
- Cantidad de filler (Cemento sol tipo I) : 0.5%

XIV. Conclusiones

Nota 1. Muestra identificada y muestreada por el solicitante.

Nota 2. El agregado encaja en la gradación TIPO III, de la especificación EG-2013 e ISSA-A143.

Nota 3. Se recomienda utilizar la emulsión a una temperatura menor a 35°C.

Nota 4. En caso que la emulsión se encuentre a una temperatura mayor a 35°C, se deberá de verificar la trabajabilidad de la mezcla y trabajar hasta la temperatura que permita un tiempo de mezclado adecuado.

Nota 5. Este diseño podrá sufrir cambios de acuerdo a las condiciones climatológicas y al proceso constructivo al momento de la ejecución de obra, el cual será ajustado en la primera semana de ejecución de los trabajos.

Hector Huapaya .
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de emisión: Lurín 24 de Julio del 2022

Proyecto : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+00 AL KM 38+000
TRAMO AZÚGABO-MUÑANA, PUNO-2022
Solicitantes : IVLETH JHOSELYN VILCA CHOQUE y ROY FRANCISCO CUTIPA CALIZAYA
Referencia : DISEÑO 023-2022-LAB TDM ASFAL TOS

Prueba	Peso seco	Peso húmedo	Peso después del Ensayo de Abrasión	Peso después del Ensayo de Adherencia 30 min. ebullición	Peso sat. seco después del Ensayo de Adherencia	Absorción %	Abrasión gramos	Adhesión %	Integridad %
1	41.60	43.40	43.10	43.00	41.90	4.36	0.30	96.86	99.04
2	40.63	43.43	43.13	43.03	41.93	4.32	0.30	96.75	99.15
3	41.59	43.39	42.99	42.89	41.99	4.38	0.40	96.65	99.15
4	41.62	43.42	43.12	43.02	41.92	4.40	0.30	96.84	98.82
5	41.58	43.38	42.98	42.88	41.98	4.52	0.40	96.41	99.02
6	41.64	43.44	43.14	43.14	41.94	4.58	0.30	96.49	98.65
7	41.58	43.38	43.08	43.08	41.88	4.62	0.30	96.25	99.12
8	41.60	43.40	43.10	43.10	42.00	4.39	0.30	96.87	99.01
Promedio	41.61	43.41	43.08	42.98	41.94	4.45	0.32	96.64	99.01

	Abrasión gramos	Adhesión %	Integridad %
	0.32	96.64	98.99
Puntaje	4	4	4
Grado	A	A	A

Criterio para clasificación

Grado	Puntaje Ensayo	Pérdida de Abrasión, gramos	Adhesión 30 min. ebullición % cubierto	Integridad 30 min. ebullición % retenido
A	4	0.0 - 0.7	90 - 100	90 - 100
B	3	0.7 - 1.0	75 - 90	75 - 90
C	2	1.0 - 1.3	50 - 75	50 - 75
D	1	1.3 - 2.0	10 - 50	10 - 50
0	0	2.0 +	0	0

PUNTAJE TOTAL	ESPECIFICACION
12	MÍNIMO 11 (AAA, BAA)

DESPUÉS DE LA PRUEBA DEL HERVIDO



Observaciones

- Para esta prueba se uso 0.5% de Cemento Portland Tipo I.

Hector Huapaya

Hector Huapaya
Laboratorista

Ing. Wendy Herencia

Ing. Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 26 de Julio del 2022

Ensayos de la base granular existente



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZÁNGARO-MUÑANI PUNO-2022

CANERA : EN PLATAFORMA TECN. RESPONS. : PERSONAL DE LABOR.

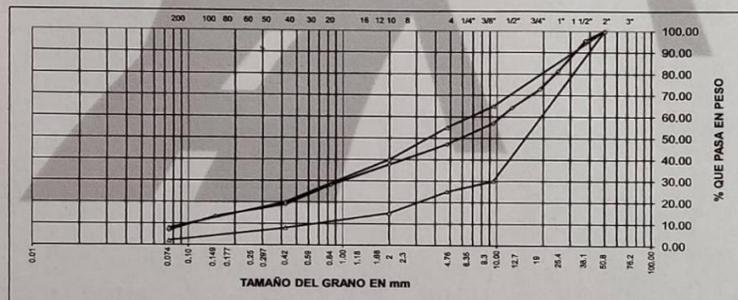
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON

SOLICITANTE : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Cullpa Calizaya FECHA : 13/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa 100	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 5021 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 0 Grs
2"	50.000				100.00	100 - 100	Grava : 52.80 %
1 1/2"	37.500	215.00	4.30	4.30	95.70		Arena : 40.30 %
1"	25.000	712.00	14.20	18.50	81.50		Fino : 6.90 %
3/4"	19.000	432.00	8.60	27.10	72.90		W natural : 5.97 %
1/2"	12.500	436.00	8.70	35.80	64.20		
3/8"	9.500	356.00	7.10	42.90	57.10	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	498.00	9.90	52.80	47.20	25 - 55	L.L. : 26.03 %
No.10	2.000	476.00	9.50	62.30	37.70	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	477.00	9.50	71.80	28.20		L.P. : NP %
No.40	0.425	462.00	9.20	81.00	19.00	8.00 - 20	
No.100	0.150	281.00	5.60	86.60	13.40		CLASIFICACION
No.200	0.075	324.00	6.50	93.10	6.90	2.00 - 6.00	SUCS : GW
<No.200		352.00	7.00	100.1			AASHTO : A-1-a (0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAMUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

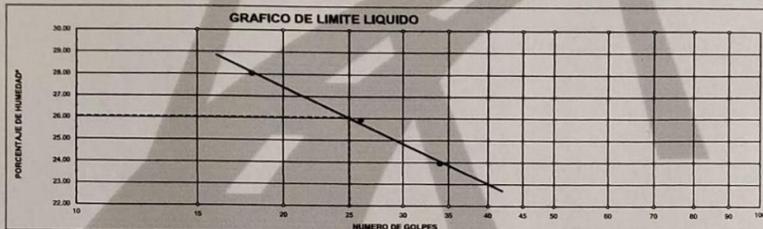


PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZÁNGARO-MUÑANI PUNO-2022
 CANTERA : EN PLATAFORMA
 MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
 SOLICITANTE : Mith Jhoselin Vilca Choque y Francisco Cutipa Callizaya

TECN. RESP. : PERSONAL DE LABOR.
 ING. RESP. : ALFREDO ALARCON
 FECHA : 13/06/2022

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO
	34	26	18	
01. No. DE GOLPES	34	26	18	NP
02. TARRO No.	12	13	14	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 26.58	28.91	26.08	
04. SUELO SECO * TARRO	g 25.16	26.94	24.62	
05. PESO DEL AGUA	g 1.42	1.97	1.46	
06. PESO DEL TARRO	g 19.23	19.34	19.41	
07. PESO DEL SUELO SECO	g 5.93	7.60	5.21	
08. HUMEDAD	% 23.95	25.92	28.02	
L.L.=	26.03 %	L.P.=	NP	I.P.= NP



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Proyectos Geotécnica, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 No. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZÁNGARO-MUÑANI PUNO-2022

CANTERA : EN PLATAFORMA **TECN. RESP.** : PERSONAL DE LABOF
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON
UBICACIÓN : Ivleth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Cutipa Calizaya **FECHA** : 13/06/2022

EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419)

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	08:46	08:48	08:50
Hora de salida	08:56	08:58	09:00
Hora de entrada	08:57	08:59	09:01
Hora de salida	09:17	09:19	09:21
Altura de nivel material fino	5.60	5.70	5.70
Altura de nivel arena	2.60	2.70	2.70
Equivalente de Arena	46.40	47.40	47.40

Equivalente de Arena Promedio: **47.1 %**

OBSERVACION:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
N° 1732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

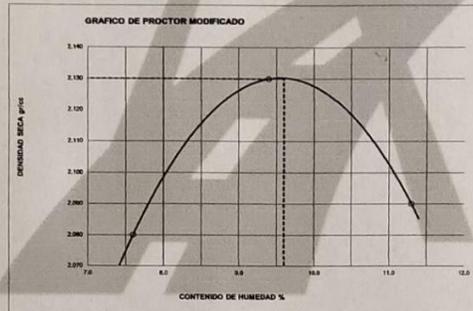
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MUNANI PUNO-2022
CANTERA : EN PLATAFORMA
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
UBICACIÓN : Francisco Cutipa Callzaya
TECN. RESP. : PERSONAL DE LABOR.
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON
FECHA : 13/06/2022

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,671	10,856	10,863		
PESO MOLDE	6,020	6,020	6,020		
PESO SUELO COMPACTADO	4,651	4,836	4,843		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,077.3	2,077.3	2,077.3		
DENSIDAD HUMEDA	2.24	2.33	2.33		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	512.00	534.00	612.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	476.00	488.00	550.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	36.00	46.00	62.00		
PESO DE SUELO SECO	476.00	488.00	550.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.60	9.40	11.30		
DENSIDAD SECA	2.08	2.13	2.09		



Max. densidad seca
2.130 gr/cm³

Conten. humedad óptima
9.60 %

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg/CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MURANI PUÑO-2022
 CANTERA : EN PLATAFORMA
 MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
 UBICACION : Meth Jhoseñ Vika Choque y Francisco Cutpa Calzaya
 TECH. RESP. :
 ING. RESP. :
 FECHA :
 PERSONAL DE LABOR. : ALFREDO ALARCON
 13/06/2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

	4		5		6	
	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR		SIN SUMERGIR		SIN SUMERGIR	
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11445	11285		11087	
Peso del molde	gr.	6583	6628		6613	
Peso del suelo hu	gr.	4862	4657		4474	
Volumen del mold	cc.	2077,3	2077,3		2077,3	
Densidad Humeda	gr./cc	2,34	2,24		2,15	
Humedad	%	9,80	9,80		9,70	
Densidad seca	gr./cc	2,13	2,04		1,96	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo humec	gr.	426	581		621	
Tarro suelo seco	gr.	388	529		566	
Agua	gr.	38	52		55	
Peso del Tarro	gr.	0	0		0	
Peso del suelo sec	gr.	388	529		566	
Humedad	%	9,8	9,8		9,7	
Promedio de la hu	%					

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13-6-22	11.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-6-22	11.30	24	1	0.0254	0.020	1	0.0254	0.020	2	0	0.040
15-6-22	11.30	48	2	0.0508	0.040	3	0.0762	0.060	3	0	0.060
16-6-22	11.30	72	3	0.0762	0.040	4	0.1016	0.060	4	0	0.040
17-6-22	11.30	96	4	0.1016	0.040	5	0.127	0.040	5	0	0.040

PENETRACION

PENETRACION			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Presiones
Tiempo	mm	plg	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb
0.30	0.600	0.25	106	233.2	78	97	213.4	71	58	# 43
1.00	1.300	0.50	524	1152.8	384	245	539	180	142	# 104
1.30	1.900	0.075	875	1925	642	541	1190.2	397	275	# 202
2.00	2.500	0.100	1162	2556.4	852	894	1966.8	656	574	# 421
3.00	3.800	0.150	2015	4433	1478	1062	2336.4	779	806	# 591
4.00	5.000	0.200	2695	5929	1976	1325	2915	972	1035	# 759
5.00	6.000	0.250	3362	7396.4	2465	1845	4059	1353	1574	# 1154
6.00	7.500	0.300	3748	8245.6	2749	2142	4712.4	1571	1874	# 1374
8.00	10.000	0.400								
10.00	12.500	0.500								

GEOTECNIA PUÑO EIRL.
 Ingeniería de Edificación, Geotecnia, Construcción y Construcción
 ALFREDO ALARCON AZAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

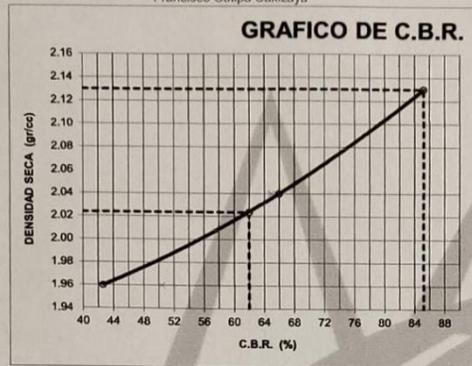
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111
 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZÁNGARO-MUÑANI PUNO-2022

CANTERA : EN PLATAFORMA
 MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
 SOLICITANTE : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Cutipa Cakizaya

TECN.RESP. : PERSONAL DE LABOR.
 ING. RESP. : ALFREDO ALARCON
 FECHA : 13/06/2022



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01° AL 100% = 85.2%
 C.B.R. 01° AL 95% M.D.S. = 62.0%

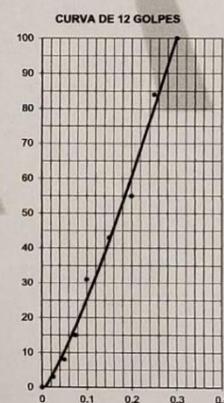
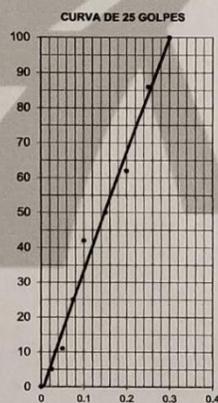
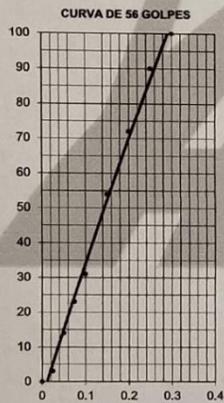
LEYENDA

— CURVA A 0.1°

C.B.R. 0.1°= 85.2%

C.B.R. 0.1°= 66.0%

C.B.R. 0.1°= 42.6%



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATANUACHI
 INGENIERO CIVIL
 R.O.G. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MUNANI PUNO-2022
CANTERA : EN PLATAFORMA
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
SOLICITANTE : Ingrid Jhoselin Vilca Choque y Francisco Culpis Calizaya

TECN. RESP. : PERSONAL DE LABOR.
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON
FECHA : 13/06/2022

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (MTC E 221, ASTM D 4791)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,151.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS	PESO RETENIDO (GRAMOS)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (GRAMOS)	PESO PART. CHAT. Y ALARG. (GRAMOS)	% DE PART. CHAT. Y ALARG. (GRAMOS)	
PASA	RETIENE	Pr	Ri	Pi	Pa	LI X Ri
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")	215.00	10.00	215.00		0.00
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	712.00	33.10	712.00		0
25mm(1")	19.0mm(3/4")	432.00	20.08	432.00	48	11.11
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	436.00	20.27	436.00	87	19.95
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	356.00	16.55	356.00	74	20.79
TOTAL		2,151.0	100.00			972

% DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS PROMEDIO : Sumatoria (Li x Ri) / Sumatoria Ri

Reemplazando en la formula : 971.64 / 100.00
% de particulas chatas y alargadas promedio : 9.72 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MUNANI PUNO-2022

CANTERA : EN PLATAFORMA

MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE

UBICACIÓN : Miñh Jhoselin Vilca Choque y Francisco Culpa Calzaya

TECN. RESP. : PERSONAL DE LABOR.

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 13/06/2022

DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADA

01 CARA FRACTURADA

(ASTM D 5821)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,151.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS	PESO RETENIDO (GRAMOS)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (GRAMOS)	PESO PART. 01 CAR. FR. (GRAMOS)	% DE PART. 01 CAR. FR. (GRAMOS)	
PASA	RETIENE	Pr	Ri	Pi	Pa	Li X Ri
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")	215.00	10.00	215.00		0
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	712.00	33.10	712.00	1.057	148.46
25mm(1")	19.0mm(3/4")	432.00	20.08	432.00	342	79.17
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	436.00	20.27	436.00	492	112.84
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	356.00	16.55	356.00	202	56.74
TOTAL		2,151.0	100.00			9,730

% DE PARTICULAS FRACTURADAS : Sumatoria (Li x Ri)
DE 01 CARA Sumatoria Ri

Reemplazando en la formula : $\frac{9,730.36}{100.00}$

% de particulas fracturadas de 01 cara : 97.30 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultora Y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MUNANI PUNO-2022
CANTERA : EN PLATAFORMA TECN. RESP. : PERSONAL DE LABOR.
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Culpas Calizaya FECHA : 13/06/2022

DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS 02 O MAS CARAS CARAS FRACTURADAS (ASTM D 5821)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,151.0 GRAMOS

TAMANO DE MALLAS	PESO RETENIDO (GRAMOS)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (GRAMOS)	PESO PART. 02 O MAS CARAS (GRAMOS)	% DE PART. 02 O MAS CARAS		
PASA	RETIENE	Pr	RI	PI	Pa	LI	LI X RI
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")	215.00	10.00	215.00	0.00	0	
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	712.00	33.10	712.00	921	129.35	4,282
25mm(1")	19.0mm(3/4")	432.00	20.08	432.00	265	61.34	1,232
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	436.00	20.27	436.00	348	79.82	1,618
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	356.00	16.55	356.00	142	39.89	660
TOTAL		2,151.0	100.00				7,792

% DE PARTICULAS FRACTURADAS DE 02 O MAS CARAS : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$

Reemplazando en la formula : $\frac{7,791.72}{100.00}$
% de particulas fracturadas de 02 o mas caras : 77.92 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MURANI PUNO-2022
CANTERA : EN PLATAFORMA
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
UBICACION : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Cutipa Calizaya

TECN.RESP.: PERSONAL DE LABOR.
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 13/06/2022

SALES SOLUBLES TOTALES (ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

ENSAYO N°	1	2	3
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL	742.6		
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO	728.4		
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA	784.2		
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA	2.36		
E. A x C	582346.9		
F. D x B	1719.02		
G. (A x C)/(D x B)	338.77		

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{1}{C \times A} \times 100$$
$$\frac{D \times B}{}$$

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{1}{339} \times 100$$

Contenido de sales soluble : 0.30 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

[Firma]

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO-MUNANI PUNO-2022
CANTERA : EN PLATAFORMA
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE
SOLICITANTE : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Cullpa Calzaya

TECN. RESP. : PERSONAL DE LABOR.
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 13/06/2022

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,252.0	*****	*****	*****
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,253.0	*****	*****	*****
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,254.0	*****	*****	*****
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,251.0	*****	*****	*****
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,010.0	3,628.00	1,382.00	27.58%

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultora y Construcción

Alfredo Alarcon Atahualpa
ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
INGENIERO CIVIL
Reg/CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PU-111 PROGRESIVA KM 23+000 AL KM 38+000, TRAMO AZANGARO - MUÑANI PUNO 2022

CANTERA : EN PLATAFORMA
MUESTRA : BASE GRANULAR EXISTENTE M-1
SOLICITANTE : Iveth Jhoselin Vilca Choque y Francisco Culpa Calizaya

TECNICO : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 13/06/2022

ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE INMERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.30 pm	13/06/22	14/06/22	18	8.00 am	10.30 am	0	1.29	29
2	2.30 pm	14/06/22	15/06/22	18	8.00 am	10.30 am	1	1.30	28
3	2.30 pm	15/06/22	16/06/22	18	8.00 am	10.30 am	2	1.30	28
4	2.30 pm	16/06/22	17/06/22	18	8.00 am	10.30 am	3	1.29	29
5	2.30 pm	17/06/22	18/06/22	18	8.00 am	10.30 am	4	1.29	29
6	2.30 pm	18/06/22	19/06/22	18	8.00 am	10.30 am	5	1.29	28

AGREGADO FINO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
N° 04	N° 10	5.20	300.00	9.12	0.73	
N° 10	N° 20	14.50	300.00	10.52	2.35	
N° 20	N° 40	11.80	300.00	11.5	2.09	
N° 40	N° 80	25.10	300.00	11.8	4.56	
N° 80	N° 100	8.40	250.00	14.1	1.82	
TOTALES		65.00			11.54	

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHA
INGENIERO CIVIL
R.C. CIP 8172

ANEXO 06: Certificado de Calibración.



LABORATORIO DE METROLOGÍA

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CL- 683-2021

Solicitante : GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección : JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Equipo de Medición : VIGA BENKELMAN

Marca : ORION

Modelo : NO INDICA

Serie : 19030604

Identificación : NO INDICA

Procedencia : PERÚ

Relación de Brazos : 01:04

Fecha de calibración : 2021-12-01

Fecha de Emisión : 2021-12-02

Método de Calibración Empleado
 La calibración se realizó tomando como referencia el método de comparación Directa entre las indicaciones del reloj comparador y bloques patrón planoparalelos utilizando como referencia la Norma ASTM D 4685 "standad guide for general pavement deflection measurements".

Resultados de las Mediciones
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.
 La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	19.9 °C	20.1 °C
Humedad Relativa	62 %	60 %

Observaciones:

- La Viga Benkelman trabaja con 2 diales ó relojes comparadores que son:

Marca : MITUTOYO	Marca : MITUTOYO
Modelo : 2050S	Modelo : 2050S
Serie : ZHZ438	Serie : ZLU470
Alcance : 20 mm	Alcance : 20 mm
Div.min : 0,01 mm	Div.min : 0,01 mm
Proced. : NO INDICA	Proced. : NO INDICA
Cod. Ident. : NO INDICA	Cod. Ident. : NO INDICA
Tipo : ANALÓGICO	Tipo : ANALÓGICO



Luigi Rodríguez
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

961 739 849

955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración CFT-034-2021

Página 2 de 2

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Tacómetro	T's-0184-2021
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

INDICACIÓN TACÓMETRO PATRON (RPM)	INCERTIDUMBRE (RPM)
31.47	1

Resultados de Medicion:

	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm)	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm)	PROMEDIO (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
	46.38 mm - 47.63 mm	46.38 mm - 47.63 mm		
	Lectura 1	Lectura 2		
1	46.68	46.67	46.68	0.03
2	46.68	46.69	46.69	0.03
3	46.64	46.83	46.64	0.03
4	46.66	46.64	46.65	0.03
5	46.56	46.55	46.56	0.03
6	46.74	46.71	46.73	0.03
7	46.67	46.65	46.66	0.03
8	46.64	46.65	46.65	0.03
9	46.68	46.62	46.65	0.03
10	46.67	46.69	46.68	0.03
11	46.66	46.72	46.69	0.03
12	46.66	46.68	46.67	0.03

	PESO DE LAS ESFERAS (g)	INCERTIDUMBRE (g)
	390 g - 445 g ± 1g	
1	415.54	0.1
2	415.83	0.1
3	416.74	0.1
4	416.13	0.1
5	416.94	0.1
6	416.08	0.1
7	416.20	0.1
8	416.74	0.1
9	416.73	0.1
10	416.64	0.1
11	415.40	0.1
12	416.39	0.1
Masa Total	4995.36	

Luigi A. Sola G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventas@ag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CFT-034-2021**

Solicitante : GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección : JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E
- PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de Medición : MÁQUINA DE LOS ANGELES

Marca : PINZUAR

Modelo : PC-117

Serie : 1345

Procedencia : COLOMBIA

Identificación : NO INDICA

Cap. Max. : 99999 Vueltas

Fecha de Calibración : 2021-12-01

Fecha de Emisión : 2021-12-02

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lectura del indicador digital de la máquina los angeles con el tacómetro patrón, se uso tambien una balanza calibrada para el peso de las esferas, tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MTC E 207 - 2000 Y LA NORMA ASTM C 131 - 1 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine1.

Incertidumbre:

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

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20,9 °C	20,9 °C
Humedad Relativa	48 %HR	48 %HR

Observaciones:

- La máquina dispone de 12 esferas de hierro los cuales han sido verificadas en su peso y diámetro.
- Las mediciones mostradas en el cuadro de resultados es de un promedio de tres lecturas
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(*) Código asignado por AG4 INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.


Luis Alberto
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-153-2021

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA DE ENSAYOS MARSHALL Y CBR

ESCALA 5 000 kgf

Error de exactitud **0.31 %**

Error de cero **0**

Error de repetibilidad **0.10 %**

Error por accés **0 %**

Error de Reversibilidad No aplica

Resolución **0.01 En el 20 %**

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma, ISO 7500-1.

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luiggi Aserjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-153-2021

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:

MAQUINA DE ENSAYOS MARSHALL Y CBR

Capacidad
Dirección de carga
FABRICANTE
Modelo
Serie

5 000 kgf
Ascendente
METROTEST
MA-75
160

Indicador Digital (modelo // Serie)
Celda de Carga (modelo // Serie)

HIGH WEIGHT//315-X6//0215478
SG-ST // J160927921

Codigo Identificacion
Norma utilizada

NO INDICA
ASTM E4 // ISO 7500-1

Temperatura de prueba °C

Inicial	22.8	Final	23.2
----------------	-------------	--------------	-------------

Inspección general

La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

Intervalo calibrado

De 500 a 5000 kgf 10% al 100%

Solicitante

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección

**JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E
- PUNO - SAN ROMAN - JULIACA**

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Tipo / Modelo	CELDA DE CARGA
No. serie	WC163917 // MTT-050
Certif. de calibr.	INF-LE 168-21 PUCP

Unidades de medida

Sistema Internacional de Unidades (SI)

FECHA DE CALIBRACION

2021/12/01

FECHA DE EMISION

2021/12/02

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrologia
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343

✉ ventas@ag4ingenieria@gmail.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 961 739 849

☎ 955 851 191

✉ ventas@ag4im.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-153-2021

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 49.03 kN Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente
 5000.0 kgf 0.1 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
10	4.90	500	4.89	4.89	No aplica	4.89	No aplica
20	9.81	1 000	9.78	9.78	No aplica	9.77	No aplica
30	14.71	1 500	14.70	14.71	No aplica	14.70	No aplica
40	19.61	2 000	19.71	19.71	No aplica	19.71	No aplica
50	24.52	2 500	24.59	24.59	No aplica	24.59	No aplica
60	29.42	3 000	29.53	29.53	No aplica	29.53	No aplica
70	34.32	3 500	34.47	34.47	No aplica	34.46	No aplica
80	39.23	4 000	39.42	39.43	No aplica	39.42	No aplica
90	44.13	4 500	44.38	44.38	No aplica	44.37	No aplica
100	49.03	5 000	49.05	49.05	No aplica	49.04	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 kN Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	a (%)
10	4.90	500	0.31	0.10	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	0.31	0.08	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	0.04	0.05	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	-0.49	0.04	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	-0.30	0.03	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	-0.37	0.03	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	-0.41	0.02	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	-0.50	0.02	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	-0.55	0.02	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	-0.03	0.02	No aplica	No aplica	0.00

Error de cero fo (%) 0,000 0,000 0,000 No aplica Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

Expediente S-0167-2021

Solicitante GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo R21PE30ZH

Serie 8341130557

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

División de verificación (e) 10 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Masa de AG4 Ingeniería & Metrología S.R.L.

Fecha de Calibración 2021-12-01

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	21.2 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2021-12-02

Luigi Asejo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 4
FMO001

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003.2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2021-12-01
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Los Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

Resultados de la Medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.4	0.1	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.4	0.1	29,999	0.3	-0.8
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
15,000	0.4	0.1	30,000	0.4	0.1
$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		1.1	$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		1.1
emp (g)		20	emp (g)		30

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp \pm (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
10	10	0.3	0.2						
20	20	0.3	0.2	0.0	20	0.4	0.1	-0.1	10
100	100	0.3	0.2	0.0	100	0.4	0.1	-0.1	10
500	501	0.3	1.2	1.0	500	0.4	0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.4	0.1	-0.1	1,001	0.4	1.1	0.9	10
5,000	5,001	0.4	1.1	0.9	5,000	0.3	0.2	0.0	10
10,000	10,001	0.4	1.1	0.9	10,000	0.3	0.2	0.0	20
15,000	15,000	0.4	0.1	-0.1	15,000	0.3	0.2	0.0	20
20,000	20,000	0.3	0.2	0.0	19,999	0.3	-0.8	-1.0	20
25,000	24,999	0.3	-0.8	-1.0	24,999	0.4	-0.9	-1.1	30
30,000	30,000	0.4	0.1	-0.1	30,000	0.4	0.1	-0.1	30



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					emp
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0.3	0.2	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.1	20
2		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	
3		10	0.3	0.2		9,999	0.4	-0.9	-1.1	
4		10	0.3	0.2		10,000	0.4	0.1	-0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp
0 g	a	10 g
5000 g	a	20000 g
20000 g	a	30000 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.0000033067 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.54794 \text{ g}^2 + 0.00000001439401 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



ANEXO 07: Panel Fotográfico.



Fotografía 01. Inicio de la carretera de estudio.



Fotografía 02. Pérdida total de la carpeta asfáltica.



Fotografía 03. Ensayo de límite líquido.



Fotografía 04. Cuchara de Casagrande.



Fotografía 05. Ensayo equivalente de arena.



Fotografía 06. Determinación de Peso específico.



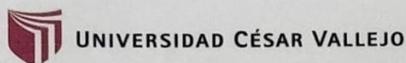
Fotografía 07. Dosificación de insumos.



Fotografía 08. Mezclado de insumos.



ANEXO 07: Declaratoria de Originalidad de Autores.



Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo (Nosotros), (Apellidos y nombres) Cutipa Calizaya Roy y Vilca Choque Iuleth
 egresado de la Facultad / Escuela de posgrado Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional
 / Programa académico Ing. Civil de la Universidad César Vallejo (Sede o campus),
 declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan
 al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:
"DISEÑO DE MICROPAVIMENTO PARA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
PU-111 PROGRESIVA KM. 23+000 AL KM. 38+000 TRAMO
AZANGARO - MUDANI PUNO 2022",

es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Autor	
Parterno Materno, Nombre1 Nombre2	Cutipa Calizaya Roy Francisco
DNI: 47902327	Firma
ORCID: 0000-0001-6411-1621	
Apellidos y Nombres del Autor	
	Vilca Choque Iuleth Jhoselin
DNI: 70346736	Firma
ORCID: 0000-0002-2115-854X	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	

