



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas
de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023**

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

AUTOR:

Zela Mamani, Russell Cristian Erick (orcid.org/0009-0004-3537-6718)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

En memoria de quien en vida fue HOOVER ZELA ZAPANA un padre ejemplar que siempre luchó por su familia afrontando diferentes adversidades de la vida con trabajo duro y honesto, inculco siempre diferentes valores en mí, los cuales me ayudaron a formarme como una persona de bien. Su temprana partida hizo imposible que estuviera presente en la culminación de esta etapa académica, su gran anhelo.

ZELA MAMANI, RUSSELL CRISTIAN ERICK

AGRADECIMIENTO

A nuestro divino creador por permitirme alcanzar un logro más en la vida académica.

A mi madre SAIDA MAMANI MAMANI que siempre me apoyo y me apoya en cada paso que doy, en cada objetivo que me planteo. Su amor incondicional hace de nuestra familia un grupo sólido.

A mi hermano WAGNER y a mi cuñada YESICA, por su apoyo constante e incondicional los cuales me ayudaron a seguir adelante, a mi hermanita VENUS, a mi sobrino AIDAN y a mi sobrinita LUANA, por darme la motivación personal para forjar mi superación profesional, a cada uno de ellos, mi familia, por todos los momentos alegres y tristes que afrontamos siempre unidos.

A mi asesor Mg. JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ, por brindarme su apoyo, asesoramiento en la elaboración de mi tesis.

ZELA MAMANI, RUSSELL CRISTIAN ERICK



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023", cuyo autor es ZELA MAMANI RUSSELL CRISTIAN ERICK, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo 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.

LIMA, 26 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 19-08- 2024 11:25:01

Código documento Trilce: TRI - 0836230



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ZELA MAMANI RUSSELL CRISTIAN ERICK estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada 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 la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI DNI: 70072924 ORCID: 0009-0004-3537-6718	Firmado electrónicamente por: RUZELAMA el 26-07- 2024 21:00:10

Código documento Trilce: TRI - 0836228

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación	18
3.2. Variable y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIONES	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de diseño de investigación.....	19
Tabla 2. Clasificación de variables de investigación	20
Tabla 3. Operacionalización de variables	21
Tabla 4. Resumen de las muestras para la investigación.....	22
Tabla 5. instrumentos de recolección de datos.....	23
Tabla 6. Cantidades mínimas para muestras.....	26
Tabla 7. Resumen de la influencia de adición de nanosílice.....	39
Tabla 8. Prueba de normalidad en las propiedades físicas y mecánicas.....	41
Tabla 9. Prueba estadística, coeficiente de correlación Pearson.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de diseño de investigación.....	19
Figura 2. Esquema de investigación.....	25
Figura 3. Diagrama de dispersión como técnica de interpretación de datos	28
Figura 4. Porcentaje de vacíos de aire	33
Figura 5. Peso específico máximo.....	34
Figura 6. Estabilidad Marshall	35
Figura 7. Flujo Marshall	36
Figura 8. Tracción indirecta	37
Figura 9. Tracción indirecta	38

RESUMEN

La investigación se elaboró en la ciudad de Juliaca, el objetivo de estudio considerado es determinar la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánica de mezclas asfálticas en caliente, se empleó una metodología que tuvo el diseño experimental, cuasi experimental, el muestreo empleado fue no probabilístico por juicio de expertos mediante el manual para pruebas de materiales establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, la recabacion de datos se ejecutó mediante la técnica de la observación, los instrumentos empleados fueron las guías de observación, la técnica empleada para el análisis de datos fue la estadística descriptiva, el principal problema que se presenta con el pavimento flexible es el deterioro prematuro de las mismas por diferentes factores generando una vida útil corta, los resultados obtenidos en los diferentes ensayos con la adición de 1.5% de nanosílice fue, estabilidad Marshall de 1151 Kg, flujo de 4.253mm, resistencia a la tracción indirecta de 9.79 kg/cm² en condición seca y 7.92 kg/cm² en condición saturada, dichos resultados lleva a la conclusión de que la influencia de la adición de nanosílice mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente.

Palabras clave: propiedades físicas y mecánicas, nanosílice, mezclas asfálticas en caliente

ABSTRACT

The research was carried out in the city of Juliaca, the objective of the study considered is to determine the influence of the addition of nanosilica on the physical and mechanical properties of hot asphalt mixtures, a methodology was used that had an experimental, quasi-experimental design, the The sampling used was non-probabilistic by expert judgment using the manual for testing materials established by the Ministry of Transportation and Communications, the data collection was carried out using the observation technique, the instruments used were the observation guides, the technique used For data analysis, inferential statistics were used. The main problem that occurs with flexible pavement is their premature deterioration due to different factors, generating a short useful life. The results obtained in the different tests with the addition of 1.5% of nanosilica was, Marshall stability of 1151 Kg, flow of 4.253mm, indirect tensile strength of 9.79 kg/cm² in dry condition and 7.92 kg/cm² in saturated condition, these results lead to the conclusion that the influence of the addition of Nanosilica improves the mechanical properties of hot mix asphalt.

Keywords: physical and mechanical properties, nanosilica, hot mix asphalt

I. INTRODUCCIÓN

El corredor nacional de vías es un medio fundamental para que el pueblo, ciudad y país progrese, puesto que a través de estas vías de comunicación es que se puede ejercer el comercio fuente que genera economía y desarrollo para la población, es por ello que las vías deben prestar un servicio eficiente por lo cual los componentes con los que se construyen las vías deben ser de materiales resistentes para que puedan perdurar con el tiempo (Estrada & Santos, 2022).

En Colombia las vías están controladas y supervisada por el instituto nacional de vías por medio de 4 ejes estratégicos busca, la óptima utilización de riquezas naturales, el uso de materiales alternativos y reciclados, adaptación a la variabilidad climática y transporte inclusivo para diferentes grupos de población. Para el control de componentes en sus propiedades físicas y mecánicas y para realizar diferentes ensayos este ente tiene una regla técnica “Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Acápite 4. Pavimentos flexibles”, así mismo la Norma ISO 9002 y la Norma técnica colombiana 10013 son directivas del manual de calidad y las normas para la ejecución de vías pavimentadas (López, 2020).

En Brasil el departamento nacional de infraestructura de transporte es la agencia federal encargada de implementar políticas de infraestructura vial, gestionando su operación, mantenimiento, restauración y expansión mediante la construcción de nuevas carreteras por lo que se guía a través de la Norma DNIT 031/2006 que tiene fundamentos apoyados en la normativa regulada por American Association of State Highway and Transportation Officials. T283-89 and the normative American Society For Testing and Materials. ASTM D 1754, así mismo es utilizada también como guía para la ejecución de diferentes tipos de prueba de los materiales, estos controlan las propiedades físicas y mecánicas (Zanon, Schmalz & Ferreira, 2018).

En Estados Unidos el ente encargado de la regulación de vías es el Departamento de Carreteras que a través del tiempo implemento diferentes normativas como es el caso del método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993 y también lo determinado por el método Marshall que da valores de las características físicas y mecánicas de mezclas bituminosas; ya sea el flujo y estabilidad Marshall

porcentaje de vacíos, esta metodología fue implementada inicialmente en el estado de Mississippi por Bruce Marshall, este método establece el mejor contenido de ligante de asfalto para un diseño de mezcla dada de agregados entre otros (Caballero & Damiani, 2021).

En Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el Perú es un organismo encargado de supervisar, fiscaliza y sanciona en el sector transporte, por lo que, para la ejecución de nuevas vías, reconstrucción de carreteras y refuerzos de pavimentos posee el Manual de Carreteras cuyo Capítulo XII trata de los pavimentos flexibles, así mismo se cuenta con una guía de ensayos de materiales que en su sección cinco detalla los diferentes métodos de pruebas para medir las cualidades físicas y mecánicas de las mezclas bituminosas (Estrada & Santos, 2022).

En Juliaca, cuenta con diferentes calles asfaltadas con mezcla bituminosas en caliente, pero estas vías sufren un deterioro rápido a través de diferentes factores afectan las propiedades físicas y mecánicas presentando así problemas de ondulaciones, ahuellamientos entre otros inclusive antes de cumplir con su ciclo de diseño, es por ello que se hace necesario contar con mezclas asfálticas más resistente.

El MTC en calidad de organismo director en materia de tránsito terrestre y transporte es el que fiscaliza a través de su Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura vial estableciendo el Manual de Carreteras. La guía de Ensayos de Materiales perteneciente al manual de carretera que se encarga de estandariza los procedimiento y métodos para ejecutar ensayos físicos y mecánicos de materiales en laboratorios y campo, así mismo tiene carácter normativo y es de ejecución obligatoria en todo el ámbito nacional.

Pérez y Matta (2019), encontraron que las propiedades mecánico-físicas de la mezcla bituminosas alteradas en su composición cumplen con normas de ensayos Marshall empleando 10.00% de polvo de cenizas volantes de algas de mar con 5% cemento asfáltico, obteniendo resultados de estabilidad Marshall de 1998.00kg, fluencia Marshall igual a 3.00mm, obteniendo relativa densidad de 2.36gr/cm³ y un

porcentaje de vacíos de 4.22%. con dicha combinación obtiene que las mezclas alteradas en su composición mejorar las cualidades de la mezcla bituminosa.

López (2020), encontró una adición de PET en porcentajes permite cumplir lo mínimo establecido en la norma colombiana Invias estos porcentajes de adición son el uno y dos por ciento. Por consiguiente, el límite máximo de adición de tereftalato de polietileno PET que se emplea para variar una mezcla bituminosa es 2%, con esta alteración de las mezclas asfálticas se consigue incrementar propiedades mecánicas como la estabilidad Marshall, mientras que el flujo llego a valores iguales que una mezcla asfáltica sin variaciones en su composición.

Ganchozo y Rodríguez (2022), encontraron que para la composición de un concreto asfáltico incorporando cemento en remplazo de filler, se obtuvo una mejora 40.00% de piedra de 0.75 mm, 38.00% de piedra chispa, 20.00% de arena y el uso de 5.50% de mezcla bituminosa con la adición de 2.00% de cemento para la investigación realizada se empleó el cemento tipo GU cuya procedencia es de Holcim aprobando la viabilidad de sus cualidades mecánicas como estabilidad Marshall, flujo Marshall, rigidez, densidad, entre otros.

La búsqueda de perfeccionar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente conlleva a realizar experimentación al adicionar diferentes componentes como por ejemplo la incorporación de cemento con respecto al filler, adicionando directamente cenizas o adicionando Tereftalato de Polietileno entre otros materiales, así mismo al adicionar productos que pueden ser reutilizados podemos ayudar a conservar el medio ambiente y con ello generar una mezcla asfáltica eco amigable.

La empresa GEOTECNIA PUNO E.I.R.L. con RUC 20600401301 realiza la construcción de edificios y proporciona pavimentos en el territorio nacional y a través de la experimentación de adición de diferentes componentes a las mezclas bituminosa busca la optimización de propiedades físicas y mecánicas para las mezclas asfálticas en caliente a través de modificación en pavimentos rígidos al incorporar aditivos que ayuden al mejor comportamiento de este tipo de material usado en vías.

En la ciudad de Juliaca existe muchas vías pavimentadas que presentan diferentes tipos de problemas, como ahuellamientos, bacheos, ondulaciones entre otros, que a la larga perjudican al normal tránsito vehicular esto debido a diferentes factores ya sean climáticos como elevadas temperaturas, exceso de calor, elevados niveles de tránsito o factores como la humedad en climas tropicales, problemas de fatiga y deformación son constantes y al no hacer el mantenimiento correspondiente la vida útil del pavimento se ve seriamente perjudicada.

Una falla en el pavimento se puede definir como la pérdida de características mecánicas y físicas en el diseño que fue planteado. Las fallas se pueden dividir en fallas estructurales como: fallas en superficies de rodadura, fallas en la intersección de la carpeta y la base por un mal acoplamiento entre la superficie de rodadura y material en la base, fallas en la base, fallas por el ciclo continuo de cargas, fallas por factores climáticos. Fallas funcionales este tipo de fallas son deformaciones superficiales del pavimento identificándolas como: ondulaciones transversales, deformaciones longitudinales y textura de la capa asfáltica. Los dos tipos de fallas no se relacionan necesariamente, y a veces si la falla estructural se ignora aparecen fallas funcionales y si no se atienden las fallas funcionales pueden aparecer fallas estructurales en un corto o largo plazo (Estrada & Santos, 2022).

Las causas para que surjan fallas son acciones ejercidas directa o indirectamente sobre el pavimento siendo algunos causantes como: repetición de cargas, peso de los componentes de la vía y factores climáticos. Estos problemas se originan en puntos deficientes o débiles en alguna parte de la estructura del pavimento la cual no tiene un buen comportamiento físico-mecánico convirtiéndose en una zona potencial de falla, un mal diseño, materiales de mala calidad procedimientos constructivos deficientes son también causas para que se generen fallas (López, 2020).

Supo (2020), menciona que las fuentes que inician las fallas de pavimentos flexibles específicamente en superficies de mezcla bituminosas son, mala característica de los agregados, falta de aglomeración de materiales pétreos con el asfalto líquido, excedencia de material bituminoso en la mezcla, insuficiente material bituminoso en la mezcla, agregados pétreos demasiado empapado instantáneo de la incorporación para la conformación de asfalto, tipo de mezcla bituminosa

inapropiado en la mezcla, poca uniformidad en el proceso de mezclado de agregado pétreo con mezcla bituminosa, mínima compactación en el proceso de mezclado, temperaturas mínimas en el calentado del asfalto o del agregado pétreo en el transcurso de preparación de mezcla asfáltica, temperatura excedente al momento de calentar el asfalto o el agregado pétreo al momento de fabricación de la mezcla asfáltica, espesor mínimo de la capa, mínima estabilidad Marshall del agregado, mezcla demasiado porosa teniendo así porcentaje de vacíos demasiado elevado, Al presentarse diferentes problemas en la mezcla asfáltica por causas físico-mecánicas de los materiales es que se busca ejecutar futuras vías con pavimentos flexibles modificados que sean capaces de resistir los factores climáticos entre otros.

La presente tesis escudriña a través de la experimentación los usos del aditivo de nanosílice para incrementar las diferentes propiedades físicas y mecánicas de las mezclas bituminosas con un fin, el cual es garantizar una vida útil mayor logrando dar una opción de solución a las diferentes fallas que se presentan por factores diversos.

La alteración de la mezcla asfáltica se ha realizado con éxito con la adición de caucho granular, jebe reciclado siendo estos derivados de polímeros, pero la implementación de nanosílice en pavimento flexible específicamente en mezclas asfálticas en caliente tiene poca o nula experimentación por lo que deja un vacío de conocimiento en el empleo de este aditivo que ha tenido resultados positivos en la incorporación en pavimentos rígidos mejorando notablemente las propiedades físicas y mecánicas siendo una opción solucionando diferentes problemas que se encuentran en los pavimentos rígidos.

Referente al uso de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente, las investigaciones son limitada a la obtención de este aditivo, encontrando que se obtiene sílice de las cascarillas de arroz, que al emplearlo a la mezcla asfáltica da resultados positivos. Por ello se planteó el **problema general**: ¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023? Para lograr la meta de la investigación se planteó los **problemas específicos** que son: 1). ¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con

nanosílice en Juliaca 2023? 2). ¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023? 3) ¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023? y 4) ¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en la resistencia a la tracción indirecta en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023?

El trabajo presente de investigación de forma **general** se justifica, que el uso de pavimentos asfálticos es una alternativa de pavimentación en diferentes partes del mundo, pero el deterioro del mismo o la poca vida útil que presenta por diferentes motivos, genera la obligación de mejorar la resistencia de los pavimentos por medio de adición de diferentes componentes, para lograr este propósito es que se investiga el aumento de nanosílice en las mezclas asfálticas en caliente.

Los avances en el campo de estudio de la tecnología y la ciencia se está desarrollando en diferentes magnitudes por lo que investigar el uso de nanosílice como aditivo mejorador de las propiedades físicas y mecánicas en mezclas asfálticas en caliente podría servir de alternativa para solucionar la mejorar de los pavimentos flexibles.

Después de investigar las consecuencias del aumento de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente, se podrá tener conocimiento certero si hay mejora en sus propiedades o no y con eso poder ejecutar futuras vías con mezclas asfálticas mejorada para prevenir problemas prematuros.

Al tener una vía de características optimas los beneficiarios directos son la población de Juliaca que día a día se moviliza por este medio, ya sea por negocio, estudios, entre otros. Los beneficiarios indirectos son las personas que usaran esta vía para poder trasladarse a otros lugares, ya sea por turismo, por visita a familiares entre otras actividades.

Teóricamente la investigación del aumento de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas en mezclas asfálticas en caliente para el uso en pavimentos no se encuentra o es poca, se desconoce las causas, pero frente al uso de este aditivo

en pavimentos rígidos se encuentra muy extendido teniendo resultados positivos. De encontrarse resultados óptimos esta investigación podría ser la base para implementar un nuevo método de mejora de pavimentos flexibles.

La presente investigación de forma **práctica** se justifica, puesto que el uso de pavimento flexible en su presentación de mezclas asfálticas en caliente es frecuentemente usado para uso de pavimentado en vías en diferentes partes del mundo, pero por diferentes razones estas vías se ven afectados directamente incluso acortando el tiempo de servicio útil del pavimento. Modificando las mezclas asfálticas en caliente adicionando nanosílice se lograría solucionar los problemas físico y mecánicos que se presentan en mezclas asfálticas convencionales, mejorando la estabilidad mejorando el flujo, disminuyendo la cantidad de vacíos, mejorando la resistencia a traición, estos factores ayudarían a tener pavimentos duraderos al tiempo.

El trabajo de investigación se justificó de manera **metodológica** ya que los mecanismos de recabación de datos utilizados en el trabajo de investigación ha realizado, se verifico el cambio de mezclas asfálticas en calientes con el ideal supremo de aumentar las propiedades físicas y mecánicas por medio de diferentes indicadores de la evaluación, se da en porcentaje de vacíos, resistencia a la tracción indirecta y ensayos Marshall como son, estabilidad y flujo de mezclas asfálticas transformadas a través de la adición de nanosílice y convencionales.

La integración de nanosílice para la mezcla asfáltica en caliente es con carácter experimental puesto que la variable se va manipular de manera directa para ver las modificaciones que presenta sobre las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, posteriormente con ello generar buen desempeño de la vía en su vida útil.

Por justificación **social** se tiene que la investigación desea impactar en los objetivos planteados a nivel mundial para el desarrollo sostenible específicamente el objetivo nueve que trata de la edificación de infraestructuras resilientes, fomentar el industrialismo sostenible y suscitar el cambio, ya que hay se nos manifiesta que las infraestructuras básicas como las vías y carreteras son escasas en muchos países en vías de desarrollo debiéndose a diferentes factores, por lo que el actual estudio

tiene como fin fundamental buscar la mejora de diferentes propiedades físicas y mecánicas para las mezclas asfálticas en caliente adicionando nanosílice.

La investigación tuvo el **objetivo general**: Determinar la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023, de la misma manera para alcanzar la meta se propuso los **objetivos específicos** que son: 1). Determinar el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023, 2). Determinar el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023, 3). Determinar la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023, 4). Determinar la resistencia a la tracción indirecta en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023, así mismo se planteó que la **hipótesis general**: La adición de nanosílice influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.

II. MARCO TEÓRICO

“Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica modificada con nanosílice respecto a una mezcla asfáltica betutec pg 70-28”

Santos y Estrada (2021), en la tesis de pregrado, analizaron las características físico - mecánico de mezcla bituminosa alterada a través de nanosílice comparando estos resultados con una mezcla convencional BETUTEC PG70-28. Se elaboraron diseños de mezclas utilizando el método Marshall, la cantidad óptimo de ligante asfáltico usado fue 5.4% y con ello elaboró muestras con 0.5%, 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.0% y 7.5%. En las mezclas modificadas con nanosílice en 6.36% en referencia a la estabilidad tubo un resultado de 35.92 KN en confrontación con la mezcla bituminosa patrón que alcanzo 26.85 KN, el flujo obtenido fue 9.24mm en mezcla bituminosas alterada con nanosílice y 8.34mm en mezclas convencionales. La aplicación de nanosílice para la alteración de mezclas bituminosas en caliente demostró que puede mejorar los datos de la estabilidad y flujo Marshall en comparación de una mezcla patrón preparada usando BETUTEC PG 70-28.

La presente tesis aporta ideas para ejecutar ensayos que se podrían realizar como la estabilidad Marshall y flujo Marshall que deberá ser evaluado bajo la normativa propuesta por el MTC E 504 – resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.

“The characteristics of hot mixed asphalt modified by nanosilica”

Hasaninia y Haddadi (2017), In his article, I verify the physical and mechanical properties asphalt mixtures modified with nanosilica additive. Samples were prepared with AC-60/70 asphalt binder for which Marshall evidence were carried out to establish its stability and flow. Traditional asphalt mixture obtained a stability of 10.23kN and a flow 4.20mm compared to the asphalt mixture modified with 8% nanosilica that obtained a stability 13.40KN and a flow 4.72. It was determined that the incorporation nanosilica increases Marshall stability, improving it by 31% compared to conventional asphalt mixtures.

El presente articulo científico aporta ideas de elaborar cinco tipos de probetas con diferentes porcentajes para poder así tener un rango más preciso de los

ensayos que se van a realizar y así minimizar las brechas informativas que se puedan ocasionar con rangos alejados entre sí.

“Influence of nanosilica on moisture resistance of polymer modified bitumens”

Bala y Napiah (2017), In their scientific article, they investigated the effects of the addition nanosilica, for the evaluation mechanical resistance, carrying out tests under the Marshall methodology, thereby evaluating the Marshall stability and Marshall flow of conventional hot bituminous mixes and modified bituminous mixes. To determine the mechanical properties the hot bituminous mixtures, 1%, 2%, 3% and 4% of nanosilica were added. The samples added with 3% nanosilica obtained a Marshall stability of 16.80 kN and a Marshall flow of 2.71 mm compared to the standard sample that obtained a Marshall stability of 11.01 kN and a Marshall flow of 2.97 mm. It is concluded that according to tests carried in Marshall stability, the values increase significantly, and it can also be identified that mechanical properties with reference to the standard sample improve, demonstrating that it is stiffened to a greater extent by adding 2% and 3% of nanosilica.

El presente trabajo de tesis, aporta la idea de usar el método Marshall el cual examina las características físicas y mecánicas y establecer parámetros mínimos y máximos según la norma propuesta por el MTC E 504 - resistencia de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall.

“Uso de stone mastic asphalt modificada con pet y nanosílice para el desempeño de la carpeta asfáltica Av. Cultura, Cusco 2023”

Conya (2023), en su tesis de pregrado, determino la incidencia del PET y nanosílice en mezclas bituminosas para el comportamiento en carpetas asfálticas. Realizo 90 probetas cilíndricas de mezclas asfálticas conformadas por la metodología Marshall, que poseían nanosílice al 8%, 9% y 10%, realizo pruebas Marshall de estabilidad, flujo así mismo realizo ensayos para establecer el porcentaje de vacíos. El espécimen convencional 6.90% consiguió la estabilidad de 12.87 kN, para una adición del 8% de nanosílice obtuvo el resultado de 26.86 kN en estabilidad, para una adición de 9% de nanosílice obtuvo el resultado de 29.00 kN en estabilidad, para una adición de 10% de nanosílice obtuvo el resultado de 15.13 kN en

estabilidad, en referencia al flujo Marshall obtuvo en la mezcla patrón un flujo de 6.02 mm, para una adición de 8% de nanosílice teniendo como resultado un flujo de 8.78 mm, para una adición de 9% de nanosílice tuvo un flujo de 4.68 mm, para una adición de 10% de nanosílice tuvo un resultado de flujo de 8.94 mm. la adición de nanosílice ha comprobado mejorar sustancialmente las propiedades básicas como porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo para las mezclas bituminosas, lo que da un resultado prometedor al incorporar mezclas alteradas en los pavimentos flexibles.

El presente trabajo de tesis, aporta la idea de usar el meto Marshall para examinar las propiedades mecánicas, así mismo revisar la norma ASTM-D6926 para establecer parámetros mínimos y máximos y comparar con la norma propuesta por el MTC E 504 - resistencia de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall.

“Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas incorporando cemento como Filler, mediante la metodología Marshall”

Ganchozo y Rodríguez (2022), en su trabajo de tesis de pregrado, evaluaron la conducta de las mezclas bituminosas incorporando cemento como Filler en el desempeño físico-mecánico con relación a las mezclas bituminosas convencionales evaluando el actuar de las propiedades físico-mecánico de la mezcla bituminosa realizaron probetas que varían la porción de asfalto donde encontró la porción optima al cual después se modificó con la adición de cemento como filler y así encontrar una mezcla más estable ante la susceptibilidad al agua. El porcentaje ideal de adición de cemento en remplazo de filler es de 2% pero con la utilización de filler obtenido de manera natural de agregado pétreo que son 40% de agregado pétreo grueso, 38% de piedra chiapas. 20% de agregado fino, con ese porcentaje se alcanza una estabilidad de 2662.77 kg, frente a su mezcla convencional que obtuvo 2441.38 kg, el flujo Marshall que se obtuvo en la mezcla bituminosa en caliente modificado al 2.00% de cemento como filler fue de 12.83 % frente a 13.90 % en flujo Marshall que se obtuvo en la mezcla bituminosa tradicional, el ensayo de Lottman la mezcla bituminosa alterada con 2.00% de cemento sufre una disminución en resistencia 13.00% alcanzando un valor de 87.26% frente a la mezcla tradicional que sufre la disminución en resistencia a tracción de 19%, según

la norma ecuatoriana el mínimo valor es de 80% de pérdida de resistencia. De acuerdo a los datos obtenidos según la metodología empleada, los diseños fabricados con varios contenidos de cemento, se determina que en su mayoría obedecen los indicadores establecidos, el diseño más bueno es con 2.00% de cemento obteniendo valores de contenido ideal de ligante asfáltico de 5.50%.

El presente trabajo de tesis de pregrado aporta la idea de realizar el ensayo Lottman que fue adoptado por AASHTO, este ensayo determina la sensibilidad al agravio por humedad de mezclas asfálticas.

“Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con RAP y una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS PG 70-28”

Huari (2020), en su trabajo de investigación - tesis de pregrado, determinaron el comportamiento del incremento de polímeros y el reciclado de pavimento asfáltico buscando la mejora de las características mecánico-físicas. Para lograr lo propuesto emplea la metodología Marshall propuesta para determinar el diseño de mezclas realizando cuatro diseños de mezcla asfáltica, así mismo realizó pruebas para establecer la capacidad de soporte a los factores de humedad LOTTMAN (ASTM D4887). Capacidad de soporte frente a humedad inducida de mezclas bituminosas obtuvo 89% en la mezcla tradicional, 94.5% en la mezcla modificada con adición de 20% del reciclado de pavimento asfáltico, demostrando que se obtienen mejoras, sin embargo, el mejor resultado en el flujo Marshall se consiguió con la adición de 40% de reciclado de pavimento asfáltico llegando a 2,916 kg frente a 2,613 kg alcanzados por la muestra patrón. Se comprobó que la mezcla asfáltica modificada con reciclado de pavimento asfáltico tiene buen desempeño al daño inducido (Lottman) deduciendo que no reflejan daños prematuros con el apareamiento de agua.

El trabajo de tesis de pregrado aporta la idea de valorar si las mezclas bituminosas en caliente modificadas influye significativamente en mejorar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas, así mismo da idea para realizar ensayos al daño inducido por húmeda (Lottman).

“Incidencia de la adición de Zeolita natural a la mezcla asfáltica en su comportamiento mecánico”

Mamani (2018), en su tesis de maestría, determino la incidencia de la variación de mezcla bituminosa añadiendo zeolita natural en su conducta mecánica de la mezcla bituminosa. Para determinar la repercusión se evaluó el módulo resiliente, la densidad, tracción indirecta y estabilidad Marshall, ensayos que se realizaron a probetas con adición de zeolita en 0.3%, 0.6% y 0.9%. en mezclas codificadas con 0.6% de zeolita, se obtuvo una estabilidad Marshall máxima de 1142.33 kg, una fluencia de 3.82%, modulo resiliente a 20°C de 4611.25 frente a la mezcla patrón donde resulto una estabilidad Marshall máxima de 1081.00 kg, una fluencia de 3.56%, modulo resiliente a 20°C de 4700.50. El resultado de la variación de la mezcla bituminosa añadiendo con zeolita no repercute notablemente en el comportamiento mecánico.

El trabajo de tesis de posgrado apporto la idea se realizar el ensayo de tracción indirecta que estudia la rotura mecánica del pavimento, así mismo este ensayo deberá ser ejecutado cumplimiento la normativa que da el MTC E 522 – resistencia de mezclas asfálticas compactadas.

El asfalto es un insumo viscoso, generalmente de pigmento oscuro que se usa para aglomerar materiales para la construcción de carreteras, el asfalto se obtiene del petróleo crudo siendo básicamente la parte más pesada. El uso del asfalto se remonta a babilonia (600 años antes de Cristo) encontrando indicio de uso de bloques de terracota unidos con asfalto natural (Rodón, 2015).

Supo (2020), nos dice que los pavimentos son una estructura diseñada y ejecutada para soportar la consecuencia de cargas dinámicas y estáticas como también los factores del medio ambiente, para un tiempo determinado, los pavimentos pueden ser compuestos por una o más capas de insumos de calidades diferentes puestos entre los niveles de subrasante y rasante, una forma en pavimentar una vía son a través del uso de pavimentos bituminosos que son compuestos de capas con insumos de mejor calidad en la parte superficial donde los esfuerzos producidos son superiores e insumos de menor calidad en el estrato inferior, donde los esfuerzos producidos son de menor intensidad. El empleo de este metodo de

diseño posibilidad el uso de insumos de la zona, que casi siempre se tiene como resultado un diseño más accesible a la economía de la zona, dichos resultados se obtienen a través de diferentes ensayos.

Las propiedades de las mezclas bituminosas son fundamentales para resistir deformaciones y movimientos generados a través de las diversas cargas que se generan con el paso de los vehículos (Garnica et al., 2018) por lo que se busca que, con el paso del tiempo el pavimento conserve su forma original y así se presente menos deformaciones (Caballero & Damiani, 2021). Las propiedades físicas investigadas en la presente tesis son, el Porcentaje de vacíos de aire y el Peso específico, las propiedades mecánicas investigadas en el presente trabajo de tesis son, el flujo y estabilidad Marshall, la Resistencia a la tracción indirecta.

El Porcentaje en vacíos de aire en mezclas asfálticas que es una prueba que evalúa el porcentaje de vacíos en las mezclas bituminosas. Es utilizada para dar perspectiva en el proceso de diseño de mezclas bituminosas y para el cálculo del proceso de compactado alcanzado en pavimentos (MTC E 505, 2016).

El Peso específico en mezclas asfálticas es el ensayo que cuantifica el peso específico teórico máximo en las mezclas bituminosas, este valor es influenciado por la elaboración de mezclas por su tipo de agregado. la cantidad de agregado que se emplea y por el tipo de material bituminoso que se emplea (MTC E 508, 2016).

Entre las propiedades mecánicas estudiadas se identifica la resistencia de mezclas asfálticas empleando el equipo Marshall que es la prueba que determina la característica y componentes de una mezcla asfáltica y sus distintos indicadores de actuación todo esto iniciando con compactación y preparación de muestras de mezcla bituminosa en pavimentos, las dimensiones de la muestra deberán ser de 64mm de altura y 102mm de diámetro (MTC E 504, 2016).

La estabilidad Marshall de una mezcla bituminosa es el peso máximo que soporta unidades en Kilogramos sometido una muestra de 64mm de alto y 102mm diámetro, el cual se evalúa a una temperatura proporcionada, cargando por el lado de su diámetro a una velocidad de deformación uniforme, la cantidad de la

estabilidad Marshall cambia con el tipo de material pétreo, con el tipo y cantidad de cemento asfáltico (ASTM D2927, 2015).

El Flujo Marshall Mide la deformabilidad total en mm la que percibe una muestra de 64mm de altura y 102mm de diámetro, este valor va desde el inicio de la ejecución de la carga en la prueba de estabilidad Marshall hasta antes de que se produzca la falla (ASTM D2927, 2015).

La Resistencia a la tracción indirecta es una prueba encargada de estimar, sensibilidad en las mezclas bituminosa a la tracción indirecta, sus valores pueden ser usados para predecir el desprendimiento a largo plazo, las muestras a emplear para este ensayo deben ser de 50mm de radio y 63.5 mm de alto, si los agregados son mayores a 25 mm la muestra debe ser de 150mm de diámetro y 95 mm de alto (MTC E 522, 2016).

Para generar una mejora en las propiedades de las mezclas asfálticas durante mucho tiempo fue causa de experimentó con diferentes tipos de adición ya sean empleadas directa o indirectamente en la presente tesis se empleó el nanosílice que es parte de materiales nuevos que fueron desarrollados por la nanotecnología, en las que un nanómetro sería equivalente a mil millonésimas partes de un metro, debido al tamaño de sus partículas se entiende que los nanomateriales actúan a nivel atómico (Carrasco & Fernández, 2019).

El aditivo nanosílice se encuentra en estado líquido procedente de partículas micro finas de SiO₂ dióxido de silicio, las partículas de nanosílice tienen una composición cristalina parecida al humo de sílice, es ligeramente viscoso y de aspecto turbio cuyo compuesto base es a partículas de sílice de dimensión nanométrica (Caballero, Damiani & Ruiz, 2021).

El aditivo nanosílice tiene una base química de Dióxido de Silicio (SiO₂) coloidal cuya apariencia es de líquido semi viscoso con un color Blanco lechoso y de densidad $1,40 \pm 0,01$ kg/L, este aditivo incorporado en el pavimento rígido ayuda en el retraso de fraguado, evita la segregación y la excesiva exudación, da permeabilidad cero o casi cero, tiene un gran efecto plastificante y reduce el agua, aumento del desarrollo inicial y final de resistencia (Sika, 2020).

Los pavimentos para vías urbanas y carreteras son estructuras de diferentes capas superpuestas de manera relativamente horizontal cuyos materiales son seleccionados. La estructura tiene por objetivo soportar las cargas que se generan por el tránsito y por el ambiente, así como también se debe diseñar con el objetivo de dar comodidad y seguridad al parque automotor que transitara en determinado periodo de tiempo. La carpeta asfáltica se coloca sobre una subbase natural o encima de un terraplén o plataforma subrasante tratada o estabilizada (Rondón, 2015).

Según el manual de carreteras suelos, pavimentos, geología y geotecnia (MTC, 2014) los pavimentos se presentan como Pavimento rígido o concreto asfáltico que es una estructura conformada por dos capas, una de ellas es la subbase granular o también esta capa es de base granular o la capa puede estar tratada con diferentes componentes como: cal, cemento o asfalto. La segunda capa es de losa conformada por concreto. Este tipo de pavimento se subdivide en tres tipos, que son el pavimento hidráulico con juntas de dilatación, pavimento hidráulico con juntas de dilatación y adición fibras o mallas conformadas por acero, pavimento hidráulico con refuerzo uniforme.

Pavimento semirrígido es una estructura conformada por capas bituminosas con un grosor totalmente asfáltico, para la superficie tiene una mezcla bituminosa en caliente que esta encima de una base tratada con materiales como asfalto, así mismo la base puede ser tratada con materiales como cemento o cal. Dentro de esta categoría de pavimentos se incluye a los pavimentos conformado a través de adoquines, el pavimento asfáltico es un sistema que es conformado por superficies de característica granular que son la subbase y la base y la superficie de rodadura está constituida por capa asfáltica con componentes bituminosos con aglomerante y agregados. La intensidad de los esfuerzos se desarrolla en la parte superior por lo que se necesita materiales de mejor calidad y materiales locales en la parte inferior, donde los esfuerzos son de menor intensidad (Supo, 2021).

Cepeda (2002) define las mezclas asfálticas de diferentes maneras, conforme al tamaño del agregado pétreo pueden ser mortero asfáltico y concreto asfáltico, por el porcentaje de vacíos de aire pueden ser, abierto, cerrado, según la composición del agregado pueden ser, mezclas asfálticas con o sin composición mineral, de

acuerdo a la curva granulométrica puede ser, mezclas asfálticas continuas o discontinuas, mezclas asfálticas densas (entre 6% a 12%), mezclas asfálticas semidensas (entre 12% a 18%) y mezclas asfálticas abiertas (18% o más del 20%), de acuerdo a la temperatura en el proceso de conformación puede ser, mezclas asfálticas frías y mezclas asfálticas en caliente.

Las mezclas asfálticas en frío son del tipo de mezcla de agregado mineral que puede o no tener relleno, con asfalto bituminoso tipo emulsión, su integración se realiza a temperatura ambiente. Entre las principales ventajas que ofrece se puede identificar la versatilidad ya que se puede usar con una gran variedad de agregados y emulsiones así mismo se puede usar en diferentes condiciones ambientales con temperaturas mayores a 10 °C. (Jiménez y Sibaja, 2012)

La mezcla asfáltica en caliente está clasificada de esta manera porque para su proceso de mezclado del agregado pétreo como la emulsión asfáltica se deben calentar previamente; esta mezcla está compuesta por un 93% a 97% de agregado mineral y por un 3% a 7% de emulsión bituminosa, dicho porcentaje es de acuerdo a la cantidad total de la mezcla bituminosa (IMT, 2005)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo se define como aquel que emplea la recabación de información para comprobar hipótesis a raíz de cuantificación numérica y un estudio estadístico (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Para el informe de tesis se cuantifico la variable de estudios que es adición en porcentajes de nanosílice para alterar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, por lo que este enfoque de la tesis es CUANTITATIVO.

3.1.2. Tipo de investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2014), definieron la investigación por el tipo de nivel explicativo, como el estudio que está dirigido a responder y determinar los factores de los hechos o sucesos que se investigan, la investigación por el propósito aplicado se caracteriza por buscar la aplicación de las informaciones adquiridas, la investigación por su tipo de diseño experimental se define al estudio donde se maneja de manera intencionada una variable o más variables analizando cambios sobre una variable dependiente o más variables dependientes. Para el presente informe de tesis realizado por el propósito es APLICADA, por lo que se utilizó la metodología Marshall que proveyó información después de realizar ensayos con respecto a la estabilidad y flujo, así mismo se tuvo datos del contenido óptimo de aire y la resistencia a la tracción indirecta, el informe de tesis por su diseño se clasifica de tipo EXPERIMENTAL, porque se manejó la variable independiente y posterior a ello se analizó los cambios que se produjo en la variable dependiente realizando ensayos de laboratorio mediante muestras cilíndricas con la adición de nanosílice en diferentes porcentajes, el informe de investigación es de nivel EXPLICATIVO, donde se verifico los efectos de aplicación de la variable independiente, que para mí investigación fue la adición del nanosílice, sobre la variable dependiente que vino a ser las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente.

3.1.3. Diseño de investigación

El diseño experimental va referido para una investigación donde se manipula de forma deliberada, una o múltiples variables independientes, con el propósito de examinar los efectos de manejar una o más variables dependientes, a través de un escenario controlado, en la subdivisión del diseño experimental se tiene los estudios cuasi experimentales, son diseños de investigación en los cuales el grupo de estudio no está asignado aleatoriamente pero siguen la comparación entre los grupos manipulados y grupos de control (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). El informe de tesis por el diseño es EXPERIMENTAL, por que existió manejo de la variable independiente para cuantificar los efectos de la variable dependiente y por consiguiente fue de carácter CUASI EXPERIMENTAL, porque se adicione nanosílice en diferentes porcentajes, cumpliendo con los principios de repetición y control local.

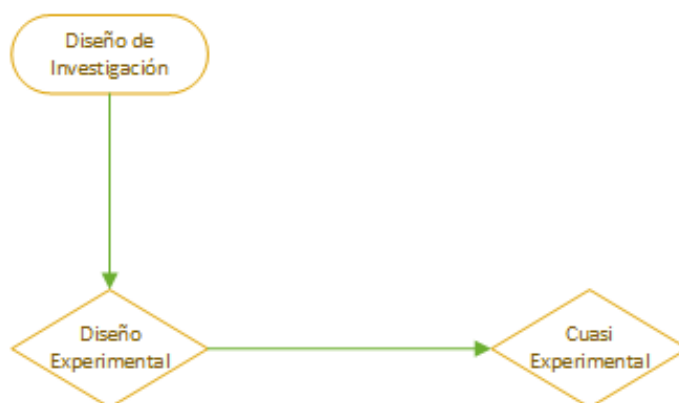


Figura 1. Diagrama de diseño de investigación

Tabla 1. Esquema de diseño de investigación

Grupo	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
G E		1	X	2
G C		3	-	4

G E = Grupo de estudio

G C = Grupo de control

1, 3 = Pres test

2, 4 = Post test

3.2. Variable y operacionalización

3.2.1. Variables

Entre la variable de forma independiente se tiene la Adición de nanosílice, el componente nanosílice en forma de aditivo es parte de los materiales nuevos que son desarrollados a través de la nanotecnología que cuya meta es restablecer las propiedades físicas y mecánicas al ser adicionadas a una mezcla y poder así prevenir riesgos a corto y mediano plazo. (Carrasco & Fernández, 2019)

En la variable dependiente se tiene las Propiedades físicas y mecánicas, se define las propiedades mecánicas como la capacidad de resistencia de un determinado material a fuerzas aplicadas sobre ella para deformar el material y calcular la capacidad de resistencia del mismo. Las propiedades físicas de un material se definen como aquellas características susceptibles a la observación (Santos & Estrada, 2021)

3.2.2. Clasificación de variables

Tabla 2. *Clasificación de variables de investigación*

CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Adición de nanosílice	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Adimensional	Directa
Propiedades físicas y mecánicas	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Adición de nanosílice	El aditivo nanosílice se encuentra en estado líquido procedente de partículas micro finas de dióxido de silicio SiO ₂ , es ligeramente viscoso y de aspecto turbio (Caballero, Damiani & Ruiz, 2021).	La adición de nanosílice se hará de forma directa en la mezcla asfáltica en caliente	-	0% de adición de nanosílice	Razón
				0.5% de adición de nanosílice	
				1% de adición de nanosílice	
				1.5% de adición de nanosílice	
				2% de adición de nanosílice	
Propiedades físicas y mecánicas	Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza (Santos & Estrada, 2021).	Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.	Porcentaje de vacíos de aire	Volumen	Razón
			Peso específico máximo	Volumen	
			Estabilidad y flujo Marshall	Esfuerzo Deformación	
			Tracción indirecta	Esfuerzo	

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Parella y Martins (2012), definieron como unidad poblacional de estudio a la que está compuesta por el grupo susceptible de estudio por lo que: La población del trabajo de investigación fue todas las mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023. Contando así con una población infinita.

3.3.2. Muestra y muestreo

Hernández, Fernández y Baptista (2014), el muestreo no probabilístico son sub grupos de la población en donde la selección de las muestras no está sujeto a la probabilidad, pero si está sujeto a las características o normas establecidas .La técnica de muestreo empleado fue no probabilístico puesto que no todas las unidades de que van a ser objeto de estudio poseen la misma posibilidad de poder ser seleccionadas, por juicio de expertos se toma como referente el manual de ensayos de materiales proporcionado por el MTC indica que deben ser tres probetas por cada porcentaje de adición de nanosílice en las mezclas asfálticas en caliente en las pruebas de estabilidad y flujo Marshall y seis muestras por cada porcentaje de adición de nanosílice en las mezclas asfálticas en caliente en las pruebas de tracción indirecta, para tomar un promedio de las muestras, las medidas establecidas para las muestras son de 64mm de altura y 102mm de diámetro.

3.3.3. Tamaño de muestra

En función del muestreo se obtuvo la siguiente selección para tamaño de muestra:

Tabla 4. *Resumen de las muestras para la investigación.*

Tipo de ensayo	0% de adición de nanosílice	0.5% de adición de nanosílice	1% de adición de nanosílice	1.5% de adición de nanosílice	2% de adición de nanosílice
Estabilidad y flujo Marshall	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tracción indirecta	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Sub total	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Total	45.00				

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

Caro (2021), el método de recabacion de datos, el aquel mecanismo que se emplea en la recabando información que colabora en resolver la problemática planteado en la investigación por lo que: en la investigación que se realizó se empleó la observación experimental como método de recabacion de información, puesto que los valores que se recolectaron fueron por medio de ensayos que son susceptibles a la observación propiamente dicha.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación cuyo método de recabacion de resultados fue la observación directa, se elaboró guías de observación como instrumentos de recolección de datos: guía de observación 1 porcentaje de vacíos de aire (anexo 2.1), guía de observación 2 peso específico teórico máximo (anexo 2.2), guía de observación 3 estabilidad Marshall y flujo Marshall (anexo 2.3) y guía de observación 4 tracción indirecta (anexo 2.4).

Tabla 5. *instrumentos de recolección de datos*

Etapas de la investigación	Instrumentos	Validación
Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas	Guía de observación 1	Juicio de expertos
Peso específico teórico máximo	Guía de observación 2	Juicio de expertos
Estabilidad y flujo Marshall	Guía de observación 3	Juicio de expertos
Tracción indirecta	Guía de observación 4	Juicio de expertos

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos

La validez de un instrumento se examina sobre la base de todo tipo de evidencia es decir va referenciado al rango en que un instrumento cuantifica verdaderamente la variable que se intenta cuantificar (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Los instrumentos a emplear en la investigación guía de observación 1 porcentaje de vacíos de aire, guía de observación 2 peso específico teórico máximo, guía de observación 3 estabilidad y flujo Marshall y guía de observación 4 tracción indirecta están validados por cinco expertos, Ing. Alfredo Alarcón Atahuachi (CIP 81732), Ing. William Alexander Choque Quispe (CIP 100902), Ing. Yudith Yeny Flores Charca (CIP 101600), Ing. Roger Tazo Apaza (CIP 159634), Ing. Franklin Heydrich Araca Llanos (CIP 239705), quienes ejecutaron, formularon y supervisaron obras viales en diferentes ocasiones en su vida profesional cuyo aporte de ideas fueron fundamentales para la formulación de los instrumentos de recabacion de información para la investigación.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al rango en que su ejecución repetitiva a similar grupo de ensayo, produce valores iguales (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Los diferentes aparato y herramientas tales como: prensa de ensayo Marshall, baño maría, balanza electrónica, horno, termómetro de indicación digital poseen certificado de calibración los que garantizaron la veracidad de la información obtenida al instante de realizar los ensayos correspondientes, así mismo el uso de dichos equipos y herramientas fueron supervisados y usados por el jefe del laboratorio en donde se ejecutaron los ensayos.

3.5. Procedimientos

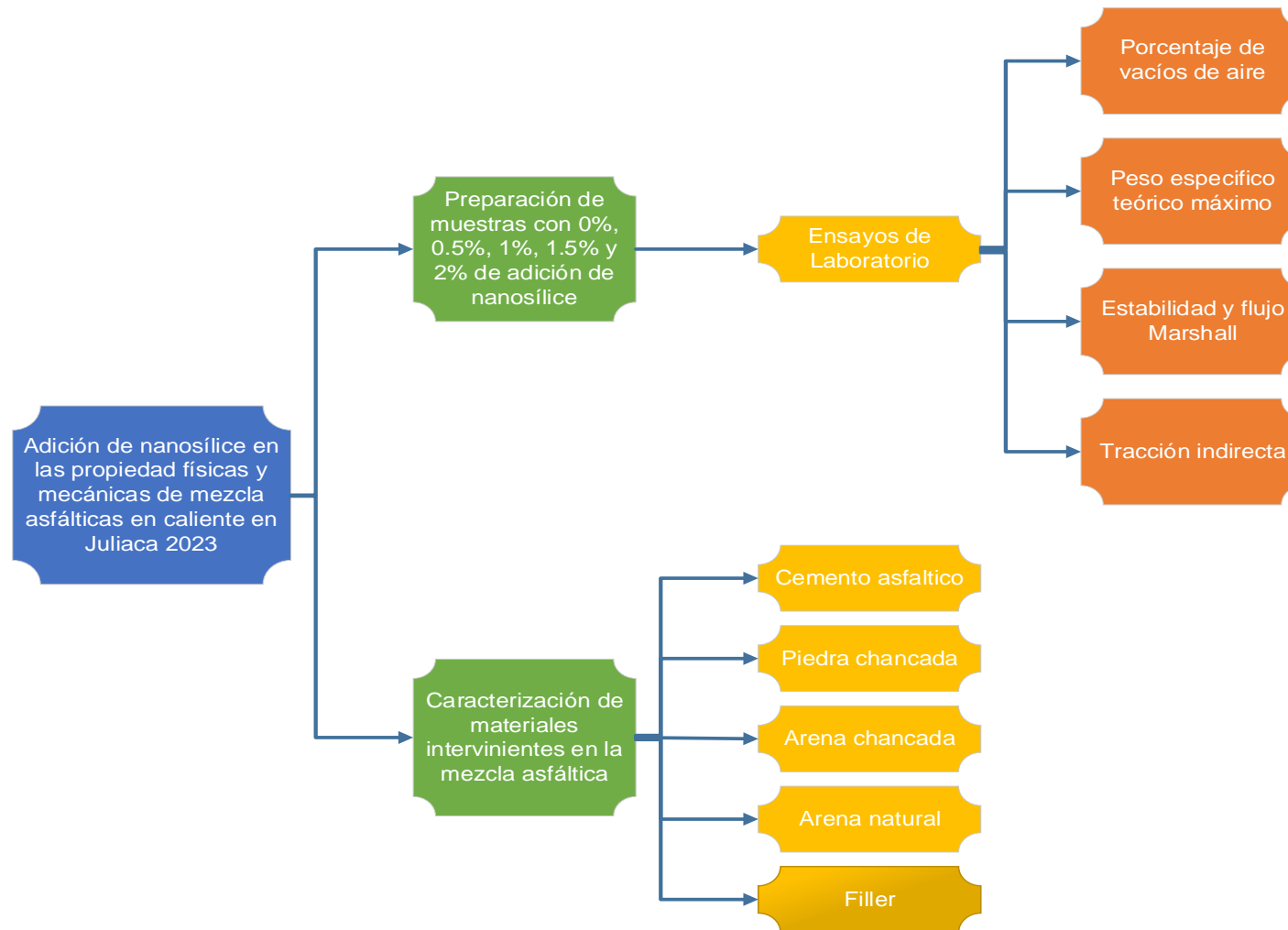


Figura 2. Esquema de investigación.

El porcentaje de vacíos de aire es el ensayo normado por: ASTM 3203 y por MTC E 505 “porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abierta”. La muestra que se emplea en esta prueba puede ser una mezcla asfáltica compactada en instalaciones de laboratorios o núcleos de mezclas asfálticas comprimidas obtenidas in-situ. Para la obtención de resultados en mezclas bituminosas cerradas se determinará el peso específico de la mezcla según lo estipulado en la norma del MTC E 514 o MTC E 506. En mezclas bituminosas abiertas se determinará el peso de la muestra conformada de manera regular previa compactación de la misma, se mide el diámetro y la altura en cuatro puntos diferentes y se toma la media para obtener el volumen de la muestra.

Peso específico teórico máximo, este ensayo está reglamentado por las normas: ASTM D 2041 “método de ensayo estándar para densidad y gravedad específica máxima teórica de mezclas bituminosas para pavimento”, AASHTO T 209 “método estándar de ensayo para densidad y gravedad específica máxima teórica de mezclas de bituminosas y mezclas asfálticas en caliente”. El peso específico teórico máximo se determinará también por medio de la normativa MTC E 508, sobre una mezcla susceptible a comparación para prevenir la influencia de la diferencia de gradación.

La cantidad de muestra deberá ser de acuerdo a la tabla 6:

Tabla 6. *Cantidades mínimas para muestras*

Tamaño de la partícula de mayor tamaño en la muestra		Muestra mínima
mm	pulg	gr
50.00	2	6000.00
37.50	1 1/2	4000.00
25.00	1	2500.00
19.00	3/4	2000.00
12.50	1/2	1500.00
9.50	3/8	1000.00
4.75	Nº 4	500.00

Estabilidad y flujo Marshall Esta prueba está reglamentada por las normas: ASTM D 6926 “prueba estándar para la conformación de especies asfálticas usando el equipo Marshall”, ASTM D 6927 y por MTC E 504. La muestra a ensayar debe tener una elevación de 64mm y un diámetro de 102mm, así mismo debe ser una mezcla asfáltica densa con agregado no mayor de 25 mm de tamaño, el valor que se tomará de resultado será el promedio de tres muestras ensayadas. Para la ejecución del ensayo se usan moldes ensamblados para muestras, collarines de extensión, molde cilíndrico y placas base, el recolector de muestras, deberá tener un disco cuya medida no debe ser inferior a 100.00mm de diámetro y 12.50mm de grosor, el equipo de compactación puede ser con manija sostenida fijamente o de manubrio manual, puede ser ejecutado de forma mecánica o de forma manual, para la conformación de agregados pétreos, se debe secar los agregados pétreos a carga uniforme, el secado en equipo de calentado deberá ser a temperatura promedio de 105°C a 110°C, posterior a ellos se procede a separar los agregados por medio de tamiz. (MTC E 504, 2016)

Tracción indirecta, este ensayo está reglamentado por las normas: AASHTO T 283 “resistencia de las mezclas bituminosas compactadas a daños producidos por la presencia de humedad” y por MTC E 522. La muestra debe tener un diámetro de 50.00 milímetros y el espesor de 63.50 milímetros. La muestra de mezcla bituminosa se debe preparar en recipientes lo suficientemente grandes para sacar seis probetas por lo menos a fin de garantizar la uniformidad de las mismas. La evaluación de las probetas se deberá realizar en grupos de tres siendo ellas agrupadas para tomar el promedio de las mismas, un grupo de tres muestras será analizada en condición seca y el otro grupo de tres será analizada en condición de saturación (MTC E 522).

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1. Técnica de análisis de datos

Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos dice que la técnica de análisis de datos se ejecuta tomando en consideración los rangos de medición de las variables siendo una de ellas la descriptiva donde se analiza gráficos o puntuaciones z en centro de una línea. El actual informe de investigación uso la estadística descriptiva para el análisis de resultados empleando para ello histogramas el cual nos ayudara a la comprensión y a la comparación de manera más eficiente (Figura 3.) por lo que la presentación de datos producto de las pruebas de laboratorio darán datos que serán resumidos en dichos gráficos y a la vez se emplearán la guía de observación 1 - porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas, guía de observación 2 - peso específico teórico máximo, guía de observación 3 – ensayo de estabilidad y flujo Marshall y guía de observación 4 – ensayo de tracción indirecta, así mismo se utilizar el programa informático - Microsoft Excel el cual es para el procesamiento de los resultados.

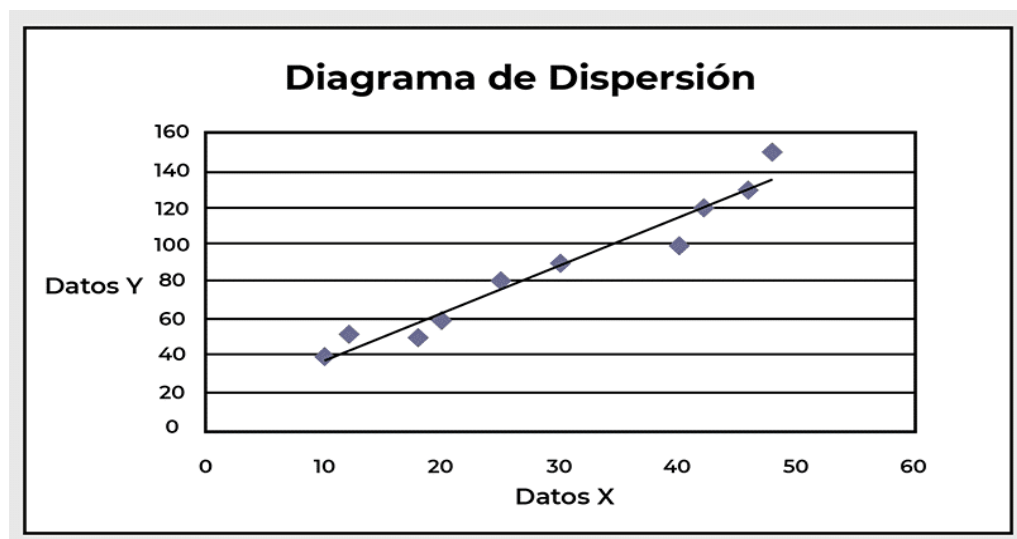


Figura 3. Diagrama de dispersión como técnica de interpretación de datos

3.7. Aspectos éticos

La actual investigación fue ejecutada cumpliendo primordialmente con el principio de la veracidad ya que los resultados podrán generar una opción solución para la problemática que tiene presencia en las vías de pavimento flexibles en la ciudad de Juliaca, así mismo se cumple el principio de beneficencia, puesto que este trabajo

servirá para beneficiar a la población que usa directa e indirectamente los pavimentos flexibles.

El principio ético de respeto por la persona se cumplió en el presente trabajo de investigación empezando por los modales y educación frente a todos los actores que intervienen en el trabajo desde la formulación pasando por la experimentación llegando a la conclusión y terminando con la aplicación futura de la solución encontrada al problema. Así mismo el principio de justicia se aplicó por la práctica de la equidad por el bien del conocimiento al no incluir y modificar a favor personal los resultados de la investigación.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

La investigación fue ubicada en Juliaca, la investigación fue desarrollada con la adición de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente, para comprobar la alteración de las propiedades físicas y mecánicas que se puedan dar en este tipo de medio ambiente.

Ubicación política

La provincia de San Román, distrito de Juliaca políticamente se encuentra ubicado en el departamento de Puno, así se señala el departamento de Puno y sus provincias en las siguientes imágenes:



Figura 4. Mapa político del Perú

Fuente: Google Search



Figura 5. Mapa político del Perú

Fuente: Google Search

Ubicación de la investigación

La investigación está contemplada para el distrito de Juliaca, pero sin embargo esta puede ser replicada en lugares cuya altitud borde los 3824 m.s.n.m.

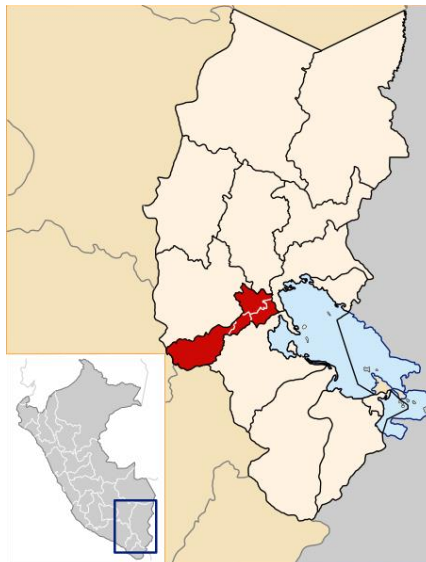


Figura 6. Ubicación política de la provincia de San Román

Fuente: Google Search



Figura 7. Ubicación política de Juliaca

Fuente: Google Search

Ubicación geográfica

Juliaca está ubicada entre las coordenadas $15^{\circ}29'27''S$ $70^{\circ}07'37''O$, situada a una altitud de 3824 m.s.n.m. ubicada sobre la meseta del Collao al noroeste del lago Titicaca, Juliaca conforma uno de los cinco distritos de San Román, según el censo llevado por el INEI Juliaca cuenta con 307417 habitantes.

Clima

Juliaca al estar ubicado a una altitud de 3824 m.s.n.m. posee un clima variable y generalmente tiene las siguientes particularidades: es frígido ventoso y con escasa humedad, predomina la variación térmica, hay etapas en que el frío y el calor se comportan de manera insoportable, en temporadas de precipitaciones pluviales suelen presentarse granizo, nieve, rayos, relámpagos y truenos, las ráfagas de vientos son de diversas características e intensidades (INEI, 2017).

Objetivo específico 1: Determinar el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023.

Resultado para el porcentaje de vacíos de aire:

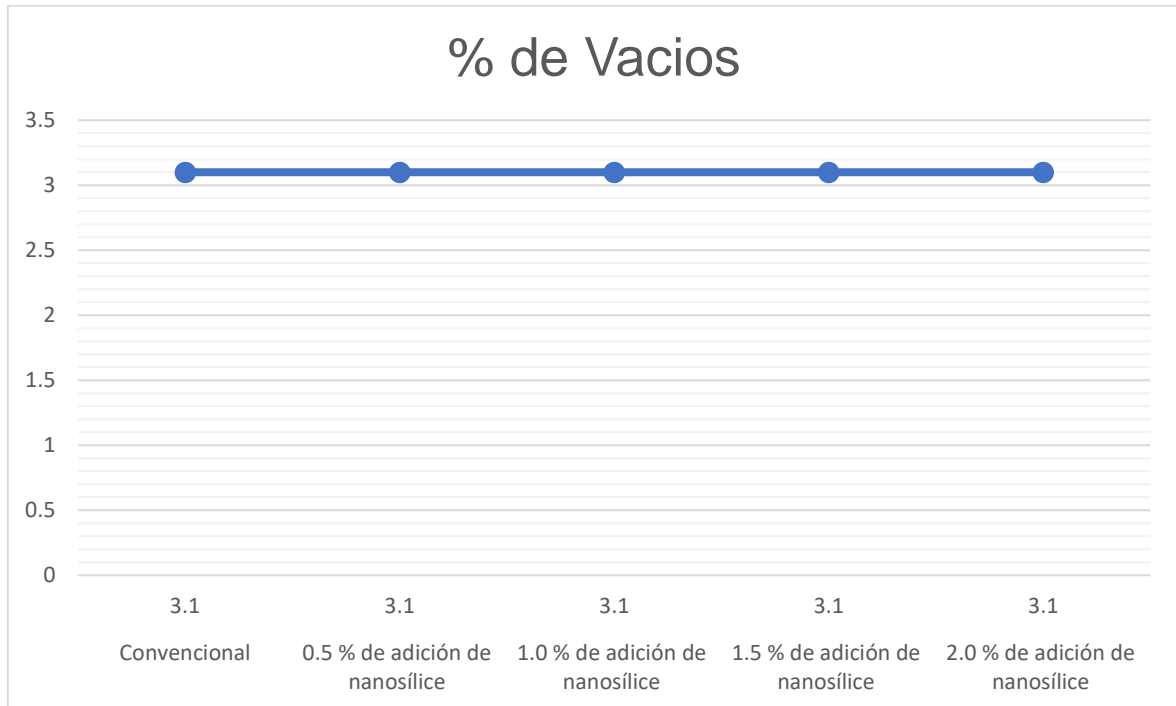


Figura 8. Porcentaje de vacíos de aire

En la figura 8 tras realizar las pruebas de porcentaje de vacíos de aire evaluado por medio de la norma ASTM 3203 el cual indica que este ensayo es realizado para tomar criterios de método de diseño de la mezcla asfáltica en caliente, muestra un comportamiento lineal dando un valor de 3.1% de vacíos de aire para la muestra convencional y para en los cuatro porcentajes de adición de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente.

Objetivo específico 2: Determinar el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023.

Resultados para el peso específico máximo

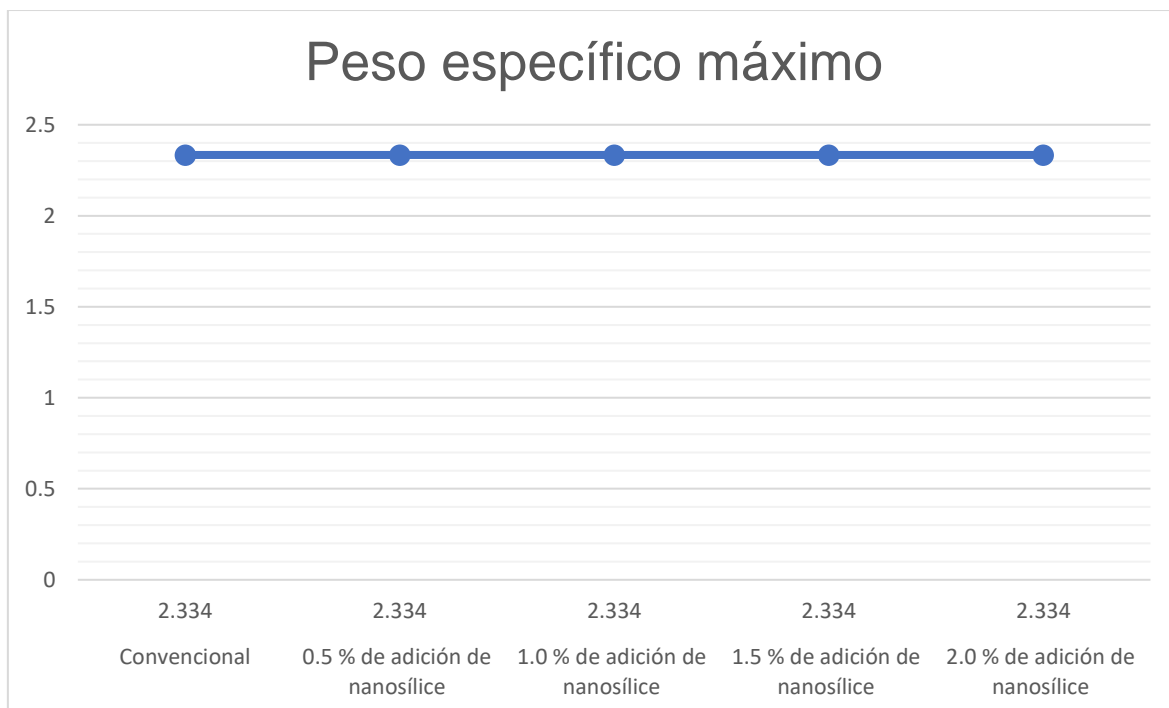


Figura 9. Peso específico máximo

En la figura 9 tras realizar el ensayo de peso específico máximo que está regulado a través de la norma ASTM D 2041 el cual es obtenido para la cuantificación de la cantidad de asfalto absorbido por el agregado, muestra un comportamiento lineal dando un valor de 2.334 de peso específico máximo para la muestra convencional y para en los cuatro porcentajes de adición de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente.

Objetivo específico 3: Determinar la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023.

Resultados para estabilidad y flujo Marshall

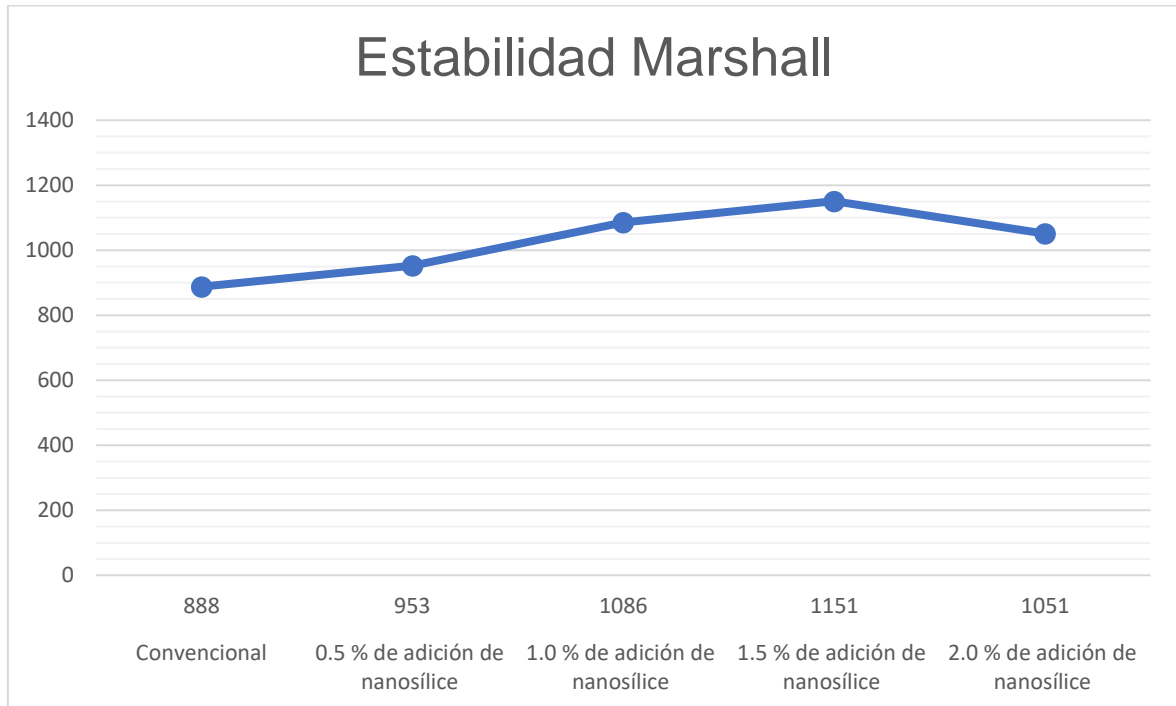


Figura 10. Estabilidad Marshall

En la figura 10 tras realizar el ensayo de estabilidad Marshall que estuvo evaluado por medio de la normativa del MTC E-504 y ASTM D-1559 el cual sirve para el diseño de la mezcla bituminosa así mismo sirve para la determinación de las mismas, se identifica que se tiene una estabilidad de 888 kg en la muestra patrón, al adicionar 0.5% de nanosílice se obtiene 953 kg, al adicionar 1.0% de nanosílice se obtiene 1086 kg, al adicionar 1.5% de nanosílice se obtiene 1151 kg y al adicionar 2.0% de nanosílice se obtiene 1051 kg de estabilidad Marshall.

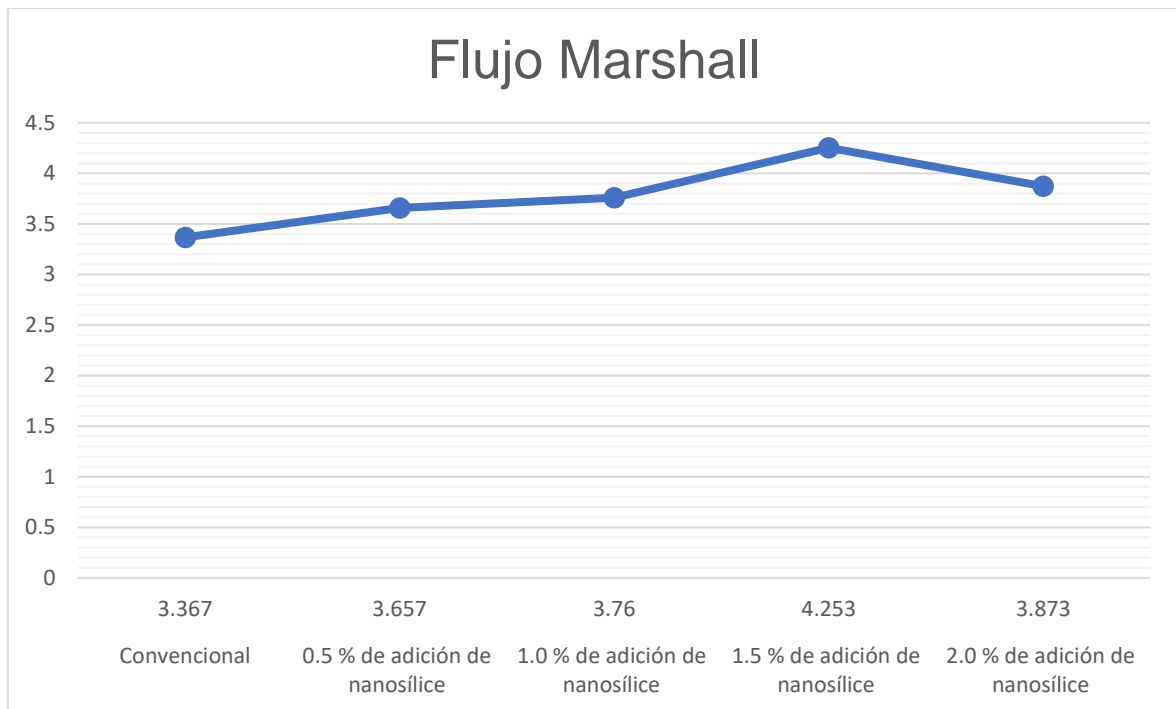


Figura 11. Flujo Marshall

En la figura 11 tras realizar el ensayo de flujo Marshall que estuvo evaluado por medio de la normativa del MTC E-504 y ASTM D-1559 el cual sirve para el diseño de la mezcla asfáltica así mismo sirve en la evaluación de las mismas, se identifica que se tiene un flujo de 3.367 mm. en la muestra patrón, al adicionar 0.5% de nanosílice se obtiene 3.657 mm. al adicionar 1.0% de nanosílice se obtiene 3.760 mm. al adicionar 1.5% de nanosílice se obtiene 4.253 mm. y al adicionar 2.0% de nanosílice se obtiene 3.873 mm. de flujo Marshall.

Objetivo específico 4: Determinar la resistencia a la tracción indirecta en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023.

Resultados para tracción indirecta

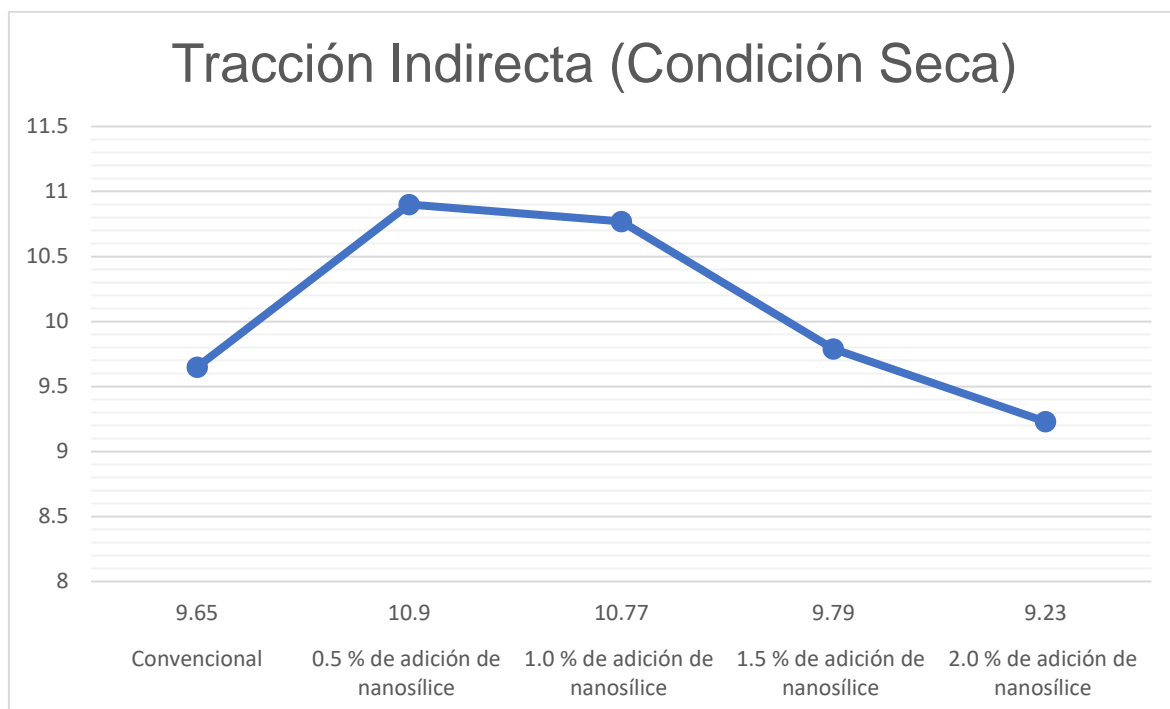


Figura 12. Tracción indirecta

En la figura 12 tras realizar el ensayo de tracción indirecta que fue evaluado por medio de las normas ASTM 4867, AASHTO T283 y MTC E-522 estos ensayos permiten evaluar el soporte a la humedad de las mezclas asfálticas compactadas, se identifica que se tiene una resistencia a la tracción indirecta en condición seca de 9.65 kg/cm² en la muestra patrón, al adicionar 0.5% de nanosílice se obtiene 10.9 kg/cm², al adicionar 1.0% de nanosílice se obtiene 10.77kg / cm², al adicionar 1.5% de nanosílice se obtiene 9.79 kg/cm² y al adicionar 2.0% de nanosílice se obtiene 9.23 kg/cm² de resistencia a la tracción indirecta en condición seca.

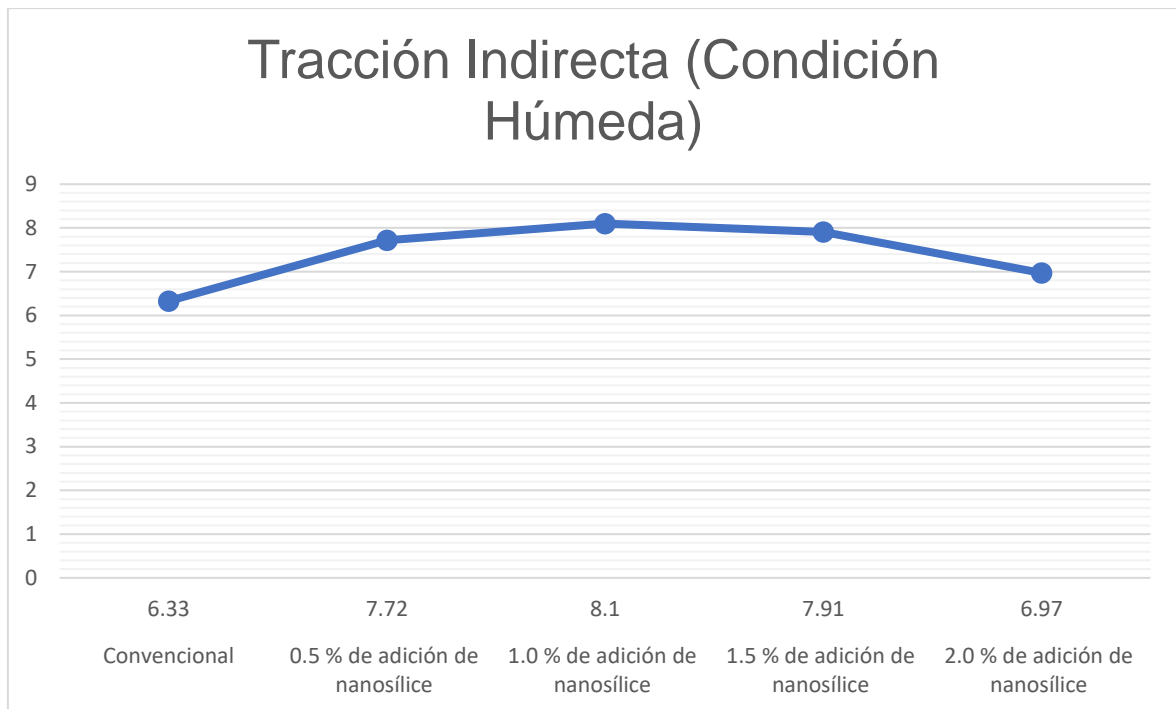


Figura 13. Tracción indirecta

En la figura 13 tras realizar las pruebas de tracción indirecta que fue evaluada por medio de las normas ASTM 4867, AASHTO T283 y MTC E-522 estos ensayos permiten evaluar el soporte a la humedad de las mezclas asfálticas compactadas, se identifica que se tiene una resistencia a la tracción indirecta en condición húmeda de 6.33 kg/cm² en la muestra patrón, al adicionar 0.5% de nanosílice se obtiene 7.72 kg/cm², al adicionar 1.0% de nanosílice se obtiene 8.1 kg/cm², al adicionar 1.5% de nanosílice se obtiene 7.91 kg/cm² y al adicionar 2.0% de nanosílice se obtiene 6.97 kg/cm² de resistencia a la tracción indirecta en condición húmeda.

Objetivo general: Determinar la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.

Tabla 7. Resumen de la influencia de adición de nanosílice

Dimensión	% de adición de nanosílice	Resultados
% de vacíos	0.0%	Fig. 4
	0.5%	Fig. 4
	1.0%	Fig. 4
	1.5%	Fig. 4
	2.0%	Fig. 4
Peso específico máximo	0.0%	Fig. 5
	0.5%	Fig. 5
	1.0%	Fig. 5
	1.5%	Fig. 5
	2.0%	Fig. 5
Estabilidad Marshall	0.0%	Fig. 6
	0.5%	Fig. 6
	1.0%	Fig. 6
	1.5%	Fig. 6
	2.0%	Fig. 6
Flujo Marshall	0.0%	Fig. 7
	0.5%	Fig. 7
	1.0%	Fig. 7
	1.5%	Fig. 7
	2.0%	Fig. 7
Tracción indirecta (condición seca)	0.0%	Fig. 8
	0.5%	Fig. 8
	1.0%	Fig. 8
	1.5%	Fig. 8
	2.0%	Fig. 8
Tracción indirecta	0.0%	Fig. 9
	0.5%	Fig. 9

(condición húmeda)	1.0%	Fig. 9
	1.5%	Fig. 9
	2.0%	Fig. 9

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Prueba de normalidad

H0: La adición de nanosílice no influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.

H1: La adición de nanosílice influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.

Nivel de significancia

Está representada $\alpha = 0.05 = 5\%$

Elección de la prueba estadística

$n > 50 \dots k - s$

$n < 50 \dots s - w$

correlación de Pearson si tiene normalidad

correlación de Spearman si no tiene normalidad

Tabla 8. Prueba de normalidad en las propiedades físicas y mecánicas

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de Vacíos	.215	15	.061	.805	15	.004
Peso Específico Máximo	.215	15	.061	.805	15	.004
Estabilidad Marshall	.145	15	.200*	.944	15	.442
Flujo Marshall	.138	15	.200*	.958	15	.661
Tracción Indirecta Seca	.186	15	.172	.933	15	.306
Tracción Indirecta Húmeda	.189	15	.158	.880	15	.051

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS.

Regla de decisión para las propiedades físicas y mecánicas

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$

Se acepta la hipótesis nula

Si $p \text{ valor} \geq 0.05$

Se acepta la hipótesis alterna

Los resultados de las propiedades mecánicas obtienen normalidad con un rango de significancia de 5%

Correlación de Pearson para las propiedades mecánicas

Planteamiento de normalidad

H0: La adición de nanosílice no influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.

H1: La adición de nanosílice influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Tabla 9. Prueba estadística, coeficiente de correlación Pearson

		Correlaciones			
		Estabilidad Marshall	Flujo Marshall	Tracción Indirecta Seca	Tracción Indirecta Húmeda
Estabilidad Marshall	Correlación de Pearson	1	.889	-.079	.712
	Sig. (bilateral)		<.001	.780	.003
	N	15	15	15	15
Flujo Marshall	Correlación de Pearson	.889	1	-.128	.621
	Sig. (bilateral)	<.001		.650	.013
	N	15	15	15	15
Tracción Indirecta Seca	Correlación de Pearson	-.079	-.128	1	.554
	Sig. (bilateral)	.780	.650		.032
	N	15	15	15	15
Tracción Indirecta Húmeda	Correlación de Pearson	.712	.621	.554	1
	Sig. (bilateral)	.003	.013	.032	
	N	15	15	15	15

Fuente: IBM SPSS.

Regla de decisión

Si p valor ≤ 0.05

Se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.889

Conclusión: se acepta la hipótesis alterna

V. DISCUSIONES

Discusión 1: La incorporación de nanosílice en las mezclas asfálticas en caliente influye en las propiedades mecánicas como la estabilidad Marshall, flujo Marshall y tracción indirecta obteniendo una estabilidad de 1151kg, un flujo de 4.253mm y una resistencia a tracción indirecta en condición húmeda de 7.91 kg/cm², frente a resultados de la mezcla asfáltica patrón de estabilidad Marshall 888 kg, flujo Marshall 3.367 mm y resistencia a tracción indirecta en situación húmeda de 6.33 kg/cm². En referencia a las propiedades físicas de las mezclas asfálticas modificadas con nanosílice, los efectos obtenidos muestran que no existe variación con los resultados obtenidos de las mezclas asfálticas en caliente convencionales.

Discusión 2: En la figura 4 se observa los datos conseguidos el porcentaje de vacíos, en la figura 5 se observa los datos conseguidos del peso específico máximo, en la figura 6 se visualiza los resultados hallados del ensayo de estabilidad Marshall, en la figura 7 se visualiza los resultados hallados del ensayo de flujo Marshall, en la figura 8 se visualiza los datos de la prueba de tracción indirecta en condición seca, en la figura 9 se observa los resultados hallados de la prueba de tracción indirecta en condiciones húmedas. El porcentaje de vacíos es evaluado por medio de la norma ASTM 3203 el cual indica que este ensayo es realizado para tomar criterios de método de diseño de la mezcla asfáltica en caliente. El ensayo de peso específico máximo está regulado a través de la norma ASTM D 2041 el cual es obtenido para la cuantificación de la cantidad de bitumen absorbido por el agregado. El ensayo de estabilidad y flujo Marshall esta evaluado por medio de la normativa del MTC E-504 y ASTM D-1559 el cual sirve para el diseño de la mezcla asfáltica así mismo sirve para la evaluación de las mismas. Ensayo de tracción indirecta se evalúa por medio de las normas ASTM 4867, AASHTO T283 y MTC E-522 estos ensayos permiten evaluar la sensibilidad a la humedad de las mezclas asfálticas compactadas.

Discusión 3: Según Santos y Estrada (2021) con una adición de 6.36% de nanosílice en mezcla asfáltica en caliente obtuvieron resultados de 35.92 kN equivalente a 3662.82kg y un flujo de 9.24 mm frente a un resultado obtenido de estabilidad Marshall de 1151 kg y flujo de 4.253 mm obtenidos en esta investigación. Las diferencias entre ambos valores son notables, variación que se

puede atribuir a la cantidad de nanosílice empleado en los ensayos y al tipo de bitumen usados en ambas investigaciones.

Discusión 4: según Conya (2023) en su trabajo de investigación al adicionar 9% de nanosílice, obtuvo resultados de estabilidad Marshall de 29.00 kN equivalente a 2900kg y un flujo de 4.68 mm frente a un resultado obtenido de estabilidad Marshall de 1151 kg y flujo de 4.253 mm obtenidos en esta investigación. Con referencia a la estabilidad Marshall se puede deducir que los valores de la estabilidad Marshall difieren significativamente valor que se puede atribuir a los diferentes porcentajes de adición de nanosílice, pero en referencia al flujo estos valores son relativamente similares.

Discusión 5: Según Hasaninia y Haddadi (2017) en su trabajo de investigación adicionando 8% de nanosílice, obtuvieron resultados de estabilidad Marshall de 10.23 kN equivalente a 1043.17 kg y un flujo de 4.20 mm frente a un resultado obtenido de estabilidad Marshall de 1151 kg y flujo de 4.253 mm obtenidos en esta investigación. Con referencia a la estabilidad Marshall se puede deducir que se obtuvo una mejor estabilidad Marshall, pero en referencia al flujo estos valores son diferentes. La diferencia de resultados se puede atribuir al tipo de ligante asfáltico empleado siendo el AC-60/70 usado en el trabajo de referencia.

Discusión 6: Según Bala y Napiah (2017) obtuvieron valores de 16.80 kN equivalente a 1713.12 kg y un flujo de 2.71 mm frente a un resultado obtenido de estabilidad Marshall de 1151 kg y flujo de 4.253 mm obtenidos en esta investigación. La diferencia de resultados en ambas investigaciones se atribuye a la cantidad de nanosílice empleado siendo un 3% de adición en el trabajo de referencia, frente a 1.5% empleados en esta investigación.

Discusión 7: Según Ganchozo y Rodríguez (2022) a través de ensayos realizados en mezclas asfálticas en caliente modificadas obtuvieron datos de estabilidad Marshall 2662.77 kg y un decrecimiento de resistencia a la tracción indirecta de 87.26% frente a un resultado obtenido de estabilidad Marshall de 1151 kg y una tracción indirecta de 81%. Se puede inferir que estos valores son diferentes entre sí por el tipo de filler empleado en el diseño.

Discusión 8: Según Huari (2020) en ensayos realizados a mezclas asfálticas en caliente modificadas, obtuvo a través de la determinación de la resistencia a la humedad provocada, un valor de 94.5% y una estabilidad de 2916kg, en comparación a una estabilidad Marshall de 1151 kg y una tracción indirecta de 81%. Estos valores difieren significativamente puesto que se empleó un asfalto SBS PG 70-28 siendo este un asfalto modificado con polímeros, lo que demuestra que el empleo del mismo es superior al PEN (120-150).

Discusión 9: Según Mamani (2018) en su investigación de mezclas bituminosas en caliente alteradas con zeolita obtuvo una estabilidad Marshall máxima de 1142.33kg y un flujo de 3.82mm, en comparación a un resultado obtenido de estabilidad Marshall de 1151kg y flujo de 4.253mm obtenidos en esta investigación. Se puede inferir que la adición de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente es superior en referencia a las pruebas realizadas.

Discusión 10: Con el empleo de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente se obtiene pavimentos de mejor calidad, mejorando sus propiedades mecánicas y con ello poder obtener pavimentos con mayor vida útil. El trabajo de investigación está limitado a la poca información que se encuentra en el empleo de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente por lo que la estrategia empleada para mitigar esta limitación fue recurrir a procedimientos y evaluaciones a mezclas asfálticas tradicionales y mezclas asfálticas modificadas.

Discusión 11: La estabilidad Marshall obtenida por medio de modificación de mezclas asfálticas en caliente a través de la adición de nanosílice es superior a la mezcla asfáltica tradicionales el cual es una mejora significativa para su uso en vías, así mismo la resistencia a la humedad inducida es superior en las mezclas asfálticas modificadas lo que significa que este tipo de mezcla puede emplearse en lugares donde la lluvia es un factor para el deterioro precipitado de las vías.

Discusión 12: El empleo de 1.5 % de adición de nanosílice en las mezclas asfálticas en caliente sufre una mejora con respecto a las mezclas asfálticas tradicionales, mejorando la estabilidad, flujo y resistencia a la humedad inducida, por lo que la ejecución de pavimentos con esta modificación será beneficiosa a largo plazo.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determino la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas en mezclas asfálticas en caliente, obteniendo mejoras en el flujo y estabilidad Marshall, en resistencia para la tracción indirecta, sin embargo, en el porcentaje de vacíos y peso específico máximo los resultados no presentaron alguna modificación.
2. Se determino el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice, obteniendo en promedio de tres muestras un vacío de 3.1% para los diferentes porcentajes de adición que se ensayaron a través de la norma ASTM 3203.
3. Se determino el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice, obteniendo 2.334 para los diferentes porcentajes de adición, estos ensayos fueron realizados a través de la norma ASTM D2041.
4. Se determino la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice, obteniendo mejoras en los resultados con la adición de 1.5% de nanosílice siendo la estabilidad Marshall de 1151kg y flujo de 4.253mm frente a la mezcla asfáltica convencional que dio una estabilidad de 888kg y una fluencia de 3.367mm.
5. Se determino la resistencia a la tracción indirecta en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice, obteniendo mejoras en los resultados, con una adición de 0.5% de nanosílice en condición seca la resistencia fue de 10.9 kg/cm² frente a 9.65 kg/cm² obtenidas en mezclas asfálticas convencionales, en condición húmeda con una adición de 1.0% de nanosílice se obtuvo una resistencia de 8.1kg/cm² frente a 6.33kg/cm² obtenidas en mezclas asfálticas convencionales, con la adición de 1.5% de nanosílice se obtuvo una resistencia a la humedad inducida de 81% frente a 66% obtenidas en mezclas asfálticas convencionales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al colegio de ingenieros principalmente al acápite de ingeniería civil realizar investigación con el uso de mezclas asfálticas modificadas a fin de encontrar soluciones óptimas para los problemas que se presentan en las vías de comunicación del país.
2. Se recomienda a las entidades públicas como gobiernos regionales, gobiernos locales cuya capacidad ejecutiva es amplia en sus respectivas localidades poder ejecutar pavimentos flexibles con mezclas asfálticas en caliente modificadas para así poder lograr una mejora en su desempeño de vida útil.
3. Se recomienda a los futuros investigadores realizar mayores ensayos para determinar la mayor cantidad de propiedades mecánicas que se pueden modificar con la adición de nanosílice, ensayos como la rueda de Hamburgo para conocer el desempeño del nanosílice en la deformación y resistencia a la fatiga, realizar ensayos con porcentajes mayores en un rango de 0% a 10% para poder tener un panorama general de las modificaciones que se presentan en cada una de las propiedades mecánicas, usar diferentes tipos de ligante asfáltico, para evaluar con ello las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente con la adición de diferentes porcentajes de nanosílice.

REFERENCIAS

AGUILAR, Luis y AYALA, Edward. Determinación de las propiedades mecánicas de una mezcla densa en caliente tipo 2 utilizando ceniza como una proporción del agregado fino y como llenante. Tesis. Universidad bolivariana [en línea]. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5077>

AMAYA, Walter y SOTO, Jorge. Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de asfalto discontinua con adición de cementos portland. [en línea] Universidad de Cartagena, 2016 [Fecha consulta: 3 de junio 2023]. Disponible en <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/2702>

ARTEAGA, Jefferson. Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de residuos PET reciclado. [en línea] 2018 [Fecha consulta: 3 de junio 2023]. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/579c6b6e-04cf-43f1-b94f-0ac55106c03e/content>

BARRERA, Jhossler, CUBIDES, Gonzalo y RODRÍGUEZ, Carlos. Comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tipo mdc-19 adicionada con fibras de terlenka y una mezcla asfáltica convencional. Variable: grano. [en línea] 2017 [Fecha consulta: 3 de junio 2023]. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/aad25ae1-8b9b-4641-b303-fd5006b1036d>

CABALLERO, Pamela, DAMIANI, Carlos. Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de añashuayco de arequipa. Rev. ing. constr. [en línea]. 2021, vol.36, n.1 [citado 2023-06-03], pp.71-87. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732021000100071&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718 - 5073. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732021000100071>.

CONYA, Juvenal. Uso de stone mastic asphalt modificada con pet y nanosílice para el desempeño de la carpeta asfáltica Av. Cultura, Cusco 2023. [en línea] 2017 [Fecha consulta: 3 de junio 2023]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_6f66dfdf836482adb6dac9db7623a264

CRUZ, Nicole, CAMACHO, Edgar, BALDI, Alejandra y AGUIAR, José Pablo. Evaluación de desempeño de la mezcla asfáltica modificada con residuos de PVC tipo blíster. *Infraestructura Vial* [enline]. 2021, vol.23, n.42 [cited 2023-06-03], pp.13-22. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000200013&lng=en&nrm=iso. ISSN 2215-3705. <http://dx.doi.org/10.15517/iv.v23i42.44688>.

DE LA CRUZ, Juan. Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Betutec IC Más Aditivo Warmix, Lima - 2019. [en línea] 2017 [Fecha consulta: 3 de junio 2023]. Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_887e03c295f9269f28b67704ccad8ee5/Details

ESTRADA, Carlos, SANTOS, Danitza. Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica modificada con nanosílice respecto a una mezcla asfáltica betutec pg 70-28. PE. Tesis. Universidad Andina del Cusco; 2022. Disponible en <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3329980>

FAJARDO, Luis y VERGARAY Douglas. Efecto De La Incorporación Por Vía Seca, Del Polvo De Neumático Reciclado, Como Agregado Fino En Mezclas Asfálticas. Tesis. Universidad san Martín de porres 2014. Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP_9c9c66053091d1b17101048b892fd576

FIGUEROA, Ana, REYES, Fredy, HERNÁNDEZ, Diana, JIMÉNEZ, Christian y BOHÓRQUEZ, Natalia. Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2017, 27(3), 5-15[fecha de Consulta 3 de Junio de 2023]. ISSN: 0120-5609. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327302>

FLORES, Jhon (2018). Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018. (Tesis de Grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25348>

GARCIA, Bleger (2017). Efecto de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas del Concreto $f'c=210$ kg/cm² en la Ciudad de Puno. (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Peru. Obtenido de <https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5431>

GARCÍA, Jaime y BARRIOS, Modesto. Influencia del triturado de restos de llantas como agregados en mezclas asfálticas. [en línea] Universidad de Cartagena, 2014 [Fecha consulta: 3 de junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/1114>

GARNICA, Paul, FLORES, Mayra, GOMEZ, Jose, & DELGADO, Horacio (2005) Caracterización Geomecánica de Mezclas Asfálticas. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt267.pdf>

GONZÁLES, Maria, y LUQUILLAS Karla. Evaluación Del Comportamiento Mecánico De La Mezcla Asfáltica En Caliente Mejorada Con Fibra Acrílica Respecto a La Mezcla Asfáltica Convencional. 2019. Tesis. Universidad Ricardo Palma. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/URPU_8ddefd148556cc606cbabd1b5270f980

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, & BAPTISTA, María. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta Edición ed.). México D.F.: McGRAWHILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

HUARI, Reyson. Análisis Y Evaluación Del Desempeño De Una Mezcla Asfáltica En Caliente Con RAP Y Una Mezcla Asfáltica Modificada Con Polímero SBS PG 70-28. 2020. Tesis. Universidad Ricardo Palma. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/URPU_fcb92c07e36910bbe16d8518e15f50eb

HUILLCAYA, Maria. (2019). Influencia de la aplicación de fibra de vidrio y acero en el comportamiento mecánico del concreto para vías de bajo tránsito, Abancay - 2019. (Tesis de Grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57514>

LAU, Hugo. Evaluación Del Comportamiento De La Mezcla Asfáltica En Caliente Incorporando Cenizas De Bambú, Lima – 2019. 2019. Tesis. Universidad cesar vallejo. Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_8b3fd950b48f6aea42b354c5f467c63b/Description#tabnav

LOPERA, Conrado., & CORDOBA, Jorge. (2014). Diseño de Mezcla Asfáltica Tibia a Partir de la Mezcla de Asfalto y Aceite Crudo de Palma. *Dyna*, Universidad Nacional de Colombia, 80(179), 11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49627363012>

MAMANI, Luis. Incidencias De La Adición De Zeolita Natural a La Mezcla Asfáltica En Su Comportamiento Mecánico. 2018. Tesis de maestría. Universidad Ricardo Palma. Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/URPU_f32d4eb36a230936cc045e25bf8d3679

MEZA, Aureola. (2019). Uso De La Fibra De Cabuya Para El Analisis Del Comportamiento Mecanico De Una Mezcla Asfáltica En Caliente - 2019. Huanuco: Universidad De Huanuco. Obtenido de:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDHR_16a4582b5d1de8ebc0c2342c3e77d4a0/Details

MORALES, Fournier, AENLLE, Alonso, MOLL, Martín y LÓPEZ, Oscar. (2019). Influencia del ensayo de fragmentación en la combinación granulométrica de las mezclas asfálticas con adición de material fresado de los pavimentos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(2), 11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1939/193960058002/>

NAVARRO, José. (2017) “propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de pet”. 2018. Tesis. Universidad de especialidades espíritu santo https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_a83586522f418030623afbf1323ac7b0

ORTEGON, D. F.. (2017). Evaluar El Comportamiento De Una Mezcla Asfáltica En Frio Modificada Mediante Fibras Kevlar. (Tesis De Grado). Universidad Piloto De

Colombia, Magdalena. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5766>

ORTIZ, Hernández, ORTIZ, E y MACÍAS Sánchez, L. K. (2019). Comparativo de las propiedades de un diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional y el uso de polímeros en la carretera tosagua. Universidad Ciencia Y Tecnología, (1), 8. Retrieved from <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/55>

ORTIZ, Kerlly (2016). Diseño de Mezclas Asfálticas con Caucho SBR Usando Método Marshall. (Tesis de Grado). Universidad de Especialidades Espiritu Santo, Samborondón. Obtenido de <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/599>

PEREDA, Danfer y CUBAS, Investigación De Los Asfaltos Modificados Con El Uso De Caucho Reciclado De Llantas Y Su Comparación Técnico-económico Con Los Asfaltos Convencionales. 2016. Tesis. (en línea) Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_30e6e4fe74d0db6f12ff18caca482087

PEREZ, J., MATTA, J. Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote- Ancash-2019 [en línea]. Tesis. Universidad César Vallejo; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38752>

QUIPUSCO, Frank, KAISER Leonardo, y VILLEGAS Deiby. Efectos de sustituir agregado grueso convencional por siderúrgico en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente. 2019. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_5d1dfdc9cfd4b1512fdd27d1853da22

REYES, Oscar, FUENTES, Luis y MORENO, Oscar Hernando . Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras. Ingeniería y Desarrollo [en línea]. 2013, 31(1), 161-178[fecha de Consulta 3 de Junio de 2023]. ISSN: 0122-3461. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85228695010>

RODRIGUEZ, José (2020). Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas usandopolímeros SBR y polipropileno en la Av. Defensores del

Morro, Chorrillos 2020. (Tesis de Grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63846>

ROMERO, Luis. "Estudio de la influencia de la Adición de Neumático reciclado en Mezclas Asfálticas en Caliente, en la Ciudad de Juliaca". [Tesis].: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez; 2019. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2893145>

SÁNCHEZ, Michael. Análisis De Las Propiedades Físicas-mecánicas Del Adoquinado De Concreto Y Bloques De Asfalto Con Material Reciclado De Neumático Para Pavimento De Tránsito Liviano, Lima 2019. 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45576>

SÁNCHEZ, Hildrebrando (2021). Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura. (Tesis de Grado). Universidad de Piura., Piura. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_d2084fa41c7a53c85193e792512b55b3/Details

SANTAMARÍA, Stephanie. Durabilidad De Las Mezclas Asfálticas En Caliente Con Valvas De Concha De Abanico. 2020. Tesis. Universidad cesar vallejo. Disponible https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_7d8d0ee6a804581560216291139c5cee

SEGURA, Anlly. (2017). Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas; con materiales reutilizables en la construcción como escoria de acero. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Tesis. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/51ab388f-f30d-4fdd-aec1-048612745776>

Sika. (s.f.). Concreto Reforzado por nanosílice. *Construyendo Confianza*, 24.

SILVESTRE, Deyvis. Comparación Técnica Y Económica Entre Las Mezclas Asfálticas Tradicionales Y Reforzadas Con Plástico Reciclado En La Ciudad De Lima-2017. 2017. Tesis. Universidad cesar vallejo (en línea) Disponible en

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_46f926d16f4259f447745d9686a100d2

SUICA, Juan. Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020. (*Tesis De Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_abe14ae60c69fe424230c4cb890ceaad/Details

TÉLLEZ, Giron, ACOSTA, Martín, PÉREZ Hernán, VERDECIA Rodrigo. Reología, comportamiento físico-mecánicos y de durabilidad de hormigones con nanosílice. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. 2012, 2(2), 85-92[fecha de Consulta 3 de Junio de 2023]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427639588004>

TRIANA, S. y GRANDAS, D. Análisis Comparativo del Comportamiento Mecánico y Dinámico de una Mezcla Asfáltica Convencional y una Modificada con Residuos Cerámicos Reemplazando Agregados Fino y Grueso y Utilizando Agregado de la Región del Pescadero en una Msc-25. [Internet]. 2019. [citado: 2023, junio] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/6413>

ANEXOS

Anexo 1 tabla de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Adición de nanosílice	El aditivo nanosílice se encuentra en estado líquido procedente de partículas micro finas de dióxido de silicio SiO ₂ , es ligeramente viscoso y de aspecto turbio. (Caballero, Damiani & Ruiz, 2021)	La adición de nanosílice se hará de forma directa en la mezcla asfáltica en caliente	-	0% de adición de nanosílice	Razón
				0.5% de adición de nanosílice	
				1% de adición de nanosílice	
				1.5% de adición de nanosílice	
				2% de adición de nanosílice	
Propiedades físicas y mecánicas	Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza.	Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.	Porcentaje de vacíos de aire	Volumen	Razón
			Peso específico máximo	Volumen	
			Estabilidad y flujo Marshall	Esfuerzo Deformación	
			Tracción indirecta	Esfuerzo	

Anexo 2 matriz de consistencia

Título: Adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023

Autor: Zela Mamani, Russell Cristian Erick

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Adición de nanosílice	-	0% de adición de nanosílice	Razón	Tipo de Investigación Aplicada Enfoque de Investigación Cuantitativo Diseño de Investigación Experimental Nivel de Investigación Explicativo Población Mezclas Asfálticas en Caliente Muestra Probetas Cilíndricas Muestreo No Probabilístico
¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023?	Determinar la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023	La adición de nanosílice influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023.			0.5% de adición de nanosílice		
					1% de adición de nanosílice		
					1.5% de adición de nanosílice		
					2% de adición de nanosílice		
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifico	Propiedades físicas y mecánicas	Porcentaje de vacíos de aire	Volumen		
¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023?	Determinar el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023	La adición de nanosílice influye significativamente en el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023		Peso específico máximo	Volumen		
¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023?	Determinar el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023	La adición de nanosílice influye significativamente en el peso específico máximo en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023		Estabilidad y flujo Marshall	Esfuerzo		
					Deformación		
¿Cuál es la influencia de la adición de nanosílice en la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023?	Determinar la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023	La adición de nanosílice influye significativamente en la estabilidad y flujo Marshall en la mezcla asfáltica en caliente adicionado con nanosílice en Juliaca 2023		Tracción indirecta	Esfuerzo		

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Adición de nanosílice en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	
Grado profesional:	Maestría () Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica () Social () Educativa () Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	
Institución donde labora:	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años ()
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	% de vacíos de aire, peso específico máximo, estabilidad y flujo Marshall y tracción indirecta
Autora:	Russell Cristian Erick Zela Mamani
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 días
Ámbito de aplicación:	Laboratorio de asfalto
Significación:	Estos instrumentos tienen como propósito recabar información a través de ensayos de laboratorio.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: razón	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de vacíos de aire - Peso específico máximo - Estabilidad y flujo Marshall - Tracción indirecta 	<p>Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza.</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.</p>

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario: **ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** elaborado por:

Russell Cristian Erick Zela Mamani en el año 2023 De acuerdo con los

siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde

sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Porcentaje de vacíos de aire
- Objetivos de la Dimensión: el objetivo es determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1				

- Segunda dimensión: peso específico máximo
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar el peso específico máximo en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1				

- Tercera dimensión: estabilidad y flujo Marshall
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la estabilidad y flujo Marshall en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	3				

- Cuarta dimensión: tracción indirecta
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la tracción indirecta en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	4				

Guía de observación 1	Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas		
Marco Normativo	MTC E 505 / ASTM 3203		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und	Valor
A	Peso específico máximo	gr/cm3	
B	Altura de la muestra	mm	
C	Diámetro de la muestra	mm	
D	Peso unitario de la muestra	gr	
E	Peso específico aparente = $D/0.99707$	gr/cm3	
F	Pe. Bulk de la muestra	gr/cm3	
G	Porcentaje de vacíos de aire = $100(1-(F/A))$	%	

Sugerencias:

Firma del experto

Guía de observación 2	Peso específico teórico máximo		
Marco Normativo	MTC E 508 / ASTM D 2041 / AASHTO T 209		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Valor
1	Peso de material	gr	
2	Peso agua + frasco	gr	
3	Peso agua + frasco + material	gr	
4	Peso agua+ frasco + material (ensayo)	gr	
5	Volumen	cm3	
	Peso específico máximo MAC, gr/cm3	gr/cm3	

Sugerencias:

Firma del experto

Guía de observación 3	Ensayo de estabilidad y flujo Marshall		
Marco normativo	MTC E 504 / ASTM D 6926 / ASTM D 6927		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Nº de probeta		
			1	2	3
1	% adición de nanosílice	%			
2	% C. A. en peso de la mezcla	%			
3	Altura promedio de la probeta	cm.			
4	Peso de la briqueta en el aire	gr.			
5	Peso de la briqueta saturada	gr.			
6	Peso de la briqueta en el agua	gr.			
7	Vol. de la briqueta por desplazamiento	c.c.			
8	Peso específico de la probeta	gr/cc.			
9	Promedio peso específico de probeta	gr/cc.			
10	Peso específico máximo	gr/cc.			
11	% de vacíos	%			
12	Promedio % de vacíos	%			
13	Flujo (0.01 mm.)	mm.			
14	Flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
15	Promedio flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
16	Estabilidad sin corregir				
17	Factor de estabilidad				
18	Estabilidad corregida	kg.			
19	Promedio estabilidad corregida	kg.			
20	Factor de rigidez	kg/cm.			
21	Numero de golpes por capa				

Sugerencias:

Firma del experto

Guía de observación 4	Ensayo de tracción indirecta		
Marco normativo	MTC E 522 / AASHTO T 283		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Descripción	Und.	Saturado			Seco		
		1	2	3	4	5	6
Diámetro	D	cm					
Espesor	t	cm					
Peso de la muestra seca al aire	A	gr					
SSD de la muestra	B	gr					
Peso de la muestra en agua	C	gr					
Volumen (B-C)	E	c.c.					
Pe. Bulk de la muestra (A/E)	F	gr/cc					
Peso específico máximo	G	gr/cc					
Vacíos (100 (G-F) / G)	H	%					
Volumen de vacíos (HE/100)	I	c.c.					

Muestra saturada en vacío 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C

SSD de la muestra	B`	gr					
Peso de la muestra en agua	C`	gr					
Volumen (B`-C`)	E`	c.c.					
Vol. Agua absorción (B`-A)	J`	c.c.					
Saturación (100J` / I)		%					
Hinchamiento (100(E`-E) / E)		%					

Condición de saturación a 24 Horas a 60°C, baño maría

Espesor	t``	cm					
SSD de la muestra	B``	gr					
Peso de la muestra en agua	C``	gr					
Volumen (B``-C``)	E``	c.c.					
Vol. Agua absorción (B``-A)	J``	c.c.					
Saturación (100J`` / I)		%					
Hinchamiento (100(E``-E) / E)		%					
Carga de tracción indirecta	P``	kg					
Resistencia seca 2P/t D Pi	S_{td}	Kg/cm2					
Resistencia húmeda 2P``/t``D Pi	S_{tm}	Kg/cm2					
Resistencia retenida `TSR 100 S_{tm}/S_{td}		%					

Sugerencias

Firma del experto

Anexo 4. Evaluación por juicio de expertos

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Alfredo Alarcon Atahuchi		
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa (x)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	- Geotecnia - Pavimentos		
Institución donde labora:			
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	(x)	
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	% de vacíos de aire, peso específico máximo, estabilidad y flujo Marshall y tracción indirecta
Autora:	Russell Cristian Erick Zela Mamani
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 días
Ámbito de aplicación:	Laboratorio de asfalto
Significación:	Estos instrumentos tienen como propósito recabar información a través de ensayos de laboratorio.

GEOTECNIA PERU LTDA.
Asesoría e Ingeniería Civil S.R.L.
ALFREDO ALARCON ATAHUCHI
INGENIERO CIVIL
REG. COE 61237

4. **Soporte teórico**

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: razón	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de vacíos de aire - Peso específico máximo - Estabilidad y flujo Marshall - Tracción indirecta 	<p>Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza.</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.</p>

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario: **ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** elaborado por:

Russell Cristian Erick Zela Mamani en el año 2023 De acuerdo con los

siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde

sus observaciones que considere pertinente



 ALFREDO ALARCÓN ALARCÓN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 61737

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Porcentaje de vacíos de aire
- Objetivos de la Dimensión: el objetivo es determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Segunda dimensión: peso específico máximo
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar el peso específico máximo en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Tercera dimensión: estabilidad y flujo Marshall
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la estabilidad y flujo Marshall en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	3	4	4	4	

- Cuarta dimensión: tracción indirecta
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la tracción indirecta en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	4	4	4	4	

GEOTECNIA CIVIL
 ALFREDO ALARCÓN STANUACH
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. 61437

Guía de observación 1	Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas		
Marco Normativo	MTC E 505 / ASTM 3203		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und	Valor
A	Peso específico máximo	gr/cm3	
B	Altura de la muestra	mm	
C	Diámetro de la muestra	mm	
D	Peso unitario de la muestra	gr	
E	Peso específico aparente = $D/0.99707$	gr/cm3	
F	Pe. Bulk de la muestra	gr/cm3	
G	Porcentaje de vacíos de aire = $100(1-(F/A))$	%	

Sugerencias:

Firma del experto


 GEOTECNIA PUNO S.R.L.
 ALFREDO ALARCÓN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.R. 61732

Guía de observación 2	Peso específico teórico máximo		
Marco Normativo	MTC E 508 / ASTM D 2041 / AASHTO T 209		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Valor
1	Peso de material	gr	
2	Peso agua + frasco	gr	
3	Peso agua + frasco + material	gr	
4	Peso agua+ frasco + material (ensayo)	gr	
5	Volumen	cm3	
	Peso específico máximo MAC, gr/cm3	gr/cm3	

Sugerencias:

Firma del experto



 GEGTEC NIA PUÑO S.P.A.
 INGENIERIA DE SISTEMAS Y TECNOLOGIA
 ALFREDO ALARCÓN ATANUCHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.T. 51737

Guía de observación 3	Ensayo de estabilidad y flujo Marshall			
Marco normativo	MTC E 504 / ASTM D 6926 / ASTM D 6927			
% de adición de nanosílice		Nº de muestra		

Ítem	Descripción	Und.	Nº de probeta		
			1	2	3
1	% adición de nanosílice	%			
2	% C. A. en peso de la mezcla	%			
3	Altura promedio de la probeta	cm.			
4	Peso de la briqueta en el aire	gr.			
5	Peso de la briqueta saturada	gr.			
6	Peso de la briqueta en el agua	gr.			
7	Vol. de la briqueta por desplazamiento	c.c.			
8	Peso específico de la probeta	gr/cc.			
9	Promedio peso específico de probeta	gr/cc.			
10	Peso específico máximo	gr/cc.			
11	% de vacíos	%			
12	Promedio % de vacíos	%			
13	Flujo (0.01 mm.)	mm.			
14	Flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
15	Promedio flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
16	Estabilidad sin corregir				
17	Factor de estabilidad				
18	Estabilidad corregida	kg.			
19	Promedio estabilidad corregida	kg.			
20	Factor de rigidez	kg/cm.			
21	Numero de golpes por capa				

Sugerencias:

Firma del experto



GEOTECNIA PUNO ETTL
Ingeniería y Asesoría en Mecánica, Geotecnia y Construcción
ALFREDO ALARCÓN MATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.T. 81237

Guía de observación 4	Ensayo de tracción indirecta
Marco normativo	MTC E 522 / AASHTO T 283
% de adición de nanosilíce	N° de muestra

Descripción	Und.	Saturado			Seco		
		1	2	3	4	5	6
Diámetro	D	cm					
Espesor	t	cm					
Peso de la muestra seca al aire	A	gr					
SSD de la muestra	B	gr					
Peso de la muestra en agua	C	gr					
Volumen (B-C)	E	c.c.					
Pe. Bulk de la muestra (A/E)	F	gr/cc					
Peso específico máximo	G	gr/cc					
Vacios (100 (G-F) / G)	H	%					
Volumen de vacíos (HE/100)	I	c.c.					

Muestra saturada en vacío 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C							
SSD de la muestra	B'	gr					
Peso de la muestra en agua	C'	gr					
Volumen (B'-C')	E'	c.c.					
Vol. Agua absorción (B'-A)	J'	c.c.					
Saturación (100J'/I)		%					
Hinchamiento (100(E'-E) / E)		%					

Condición de saturación a 24 Horas a 60°C, baño maría							
Espesor	t''	cm					
SSD de la muestra	B''	gr					
Peso de la muestra en agua	C''	gr					
Volumen (B''-C'')	E''	c.c.					
Vol. Agua absorción (B''-A)	J''	c.c.					
Saturación (100J''/I)		%					
Hinchamiento (100(E''-E) / E)		%					
Carga de tracción indirecta	P''	kg					
Resistencia seca 2P/t D Pi	S_{td}	Kg/cm ²					
Resistencia húmeda 2P''/t'' D Pi	S_{tm}	Kg/cm ²					
Resistencia retenida % TSR 100 S_{tm}/S_{td}		%					

Sugerencias

Firma del experto



 GEOTECNIA PUNO ETEL

 Ingenieros en Geotecnia y Obras de Infraestructura

 ALFREDO ALARCÓN TABUACHI

 INGENIERO CIVIL

 Reg. C.O. 81232

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Ing. William Alexander Choque Quispe		
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa (x)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	- Pavimentos		
Institución donde labora:	Gobierno Regional Puno		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años	(x)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	% de vacíos de aire, peso específico máximo, estabilidad y flujo Marshall y tracción indirecta
Autora:	Russell Cristian Erick Zela Mamani
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 días
Ámbito de aplicación:	Laboratorio de asfalto
Significación:	Estos instrumentos tienen como propósito recabar información a través de ensayos de laboratorio.

Ing. Alexander Choque Quispe
RESIDENTE DE OBRA
DNI: 41814175
CIP: 300902

4. **Soporte teórico**

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: razón	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de vacíos de aire - Peso específico máximo - Estabilidad y flujo Marshall - Tracción indirecta 	<p>Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza.</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.</p>

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario: **ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** elaborado por:


Russell Cristian Erick Zela Mamani en el año 2023 De acuerdo con los

siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde

sus observaciones que considere pertinente


 Ing. W. Alexander Choque Quispe
 RESIDENTE DE OBRA
 DNI: 41814175
 CIP: 100802

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del Instrumento:

- Primera dimensión: Porcentaje de vacíos de aire
- Objetivos de la Dimensión: el objetivo es determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Segunda dimensión: peso específico máximo
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar el peso específico máximo en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Tercera dimensión: estabilidad y flujo Marshall
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la estabilidad y flujo Marshall en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	3	4	4	4	

- Cuarta dimensión: tracción indirecta
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la tracción indirecta en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	4	4	4	4	


 Ing. W. Alexander Choque Quispe
 RESIDENTE DE OBRA
 DNI: 41814175
 CIP: 100902

Guía de observación 1		Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas	
Marco Normativo		MTC E 505 / ASTM 3203	
% de adición de nanosilice		N° de muestra	

Ítem	Descripción	Und	Valor
A	Peso específico máximo	gr/cm3	
B	Altura de la muestra	mm	
C	Diámetro de la muestra	mm	
D	Peso unitario de la muestra	gr	
E	Peso específico aparente = $D/0.99707$	gr/cm3	
F	Pe. Bulk de la muestra	gr/cm3	
G	Porcentaje de vacíos de aire = $100(1-(F/A))$	%	

Sugerencias:

Firma del experto



Ing. M. Alexander J. Jaque Cordero
 REGISTRO DE INGENIEROS
 Nº 154574
 CIP 100062

Guía de observación 2	Peso específico teórico máximo		
Marco Normativo	MTC E 508 / ASTM D 2041 / AASHTO T 209		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Valor
1	Peso de material	gr	
2	Peso agua + frasco	gr	
3	Peso agua + frasco + material	gr	
4	Peso agua+ frasco + material (ensayo)	gr	
5	Volumen	cm3	
Peso específico máximo MAC, gr/cm3		gr/cm3	

Sugerencias:

Firma del experto


 Ing. V. Alejandro Cordero Quipe
 RESERVISTA DE INGENIEROS
 Nº 12874176
 C.R. 200802

Guía de observación 3	Ensayo de estabilidad y flujo Marshall		
Marco normativo	MTC E 504 / ASTM D 6926 / ASTM D 6927		
% de adición de nanosilíce		N° de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	N° de probeta		
			1	2	3
1	% adición de nanosilíce	%			
2	% C. A. en peso de la mezcla	%			
3	Altura promedio de la probeta	cm.			
4	Peso de la briqueta en el aire	gr.			
5	Peso de la briqueta saturada	gr.			
6	Peso de la briqueta en el agua	gr.			
7	Vol. de la briqueta por desplazamiento	c.c.			
8	Peso específico de la probeta	gr/cc.			
9	Promedio peso específico de probeta	gr/cc.			
10	Peso específico máximo	gr/cc.			
11	% de vacíos	%			
12	Promedio % de vacíos	%			
13	Flujo (0.01 mm.)	mm.			
14	Flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
15	Promedio flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
16	Estabilidad sin corregir				
17	Factor de estabilidad				
18	Estabilidad corregida	kg.			
19	Promedio estabilidad corregida	kg.			
20	Factor de rigidez	kg/cm.			
21	Numero de golpes por capa				

Sugerencias:

Firma del experto


 Dr. Alexander Canales Quijano
 Registrante del IIRTA
 N° 139475
 Exp. 2008.2

Guía de observación 4	Ensayo de tracción indirecta	
Marco normativo	MTC E 522 / AASHTO T 283	
% de adición de nanosilíce		N° de muestra

Descripción	Und.	Saturado			Seco		
		1	2	3	4	5	6
Diámetro	D	cm					
Espesor	t	cm					
Peso de la muestra seca al aire	A	gr					
SSD de la muestra	B	gr					
Peso de la muestra en agua	C	gr					
Volumen (B-C)	E	c.c.					
Pe. Bulk de la muestra (A/E)	F	gr/cc					
Peso específico máximo	G	gr/cc					
Vacios (100 (G-F) / G)	H	%					
Volumen de vacíos (HE/100)	I	c.c.					

Muestra saturada en vacío 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C							
SSD de la muestra	B'	gr					
Peso de la muestra en agua	C'	gr					
Volumen (B'-C')	E'	c.c.					
Vol. Agua absorción (B'-A)	J'	c.c.					
Saturación (100J' / I)		%					
Hinchamiento (100(E'-E) / E)		%					

Condición de saturación a 24 Horas a 60°C, baño maría							
Espesor	t''	cm					
SSD de la muestra	B''	gr					
Peso de la muestra en agua	C''	gr					
Volumen (B''-C'')	E''	c.c.					
Vol. Agua absorción (B''-A)	J''	c.c.					
Saturación (100J'' / I)		%					
Hinchamiento (100(E''-E) / E)		%					
Carga de tracción indirecta	P''	kg					
Resistencia seca 2P/t D Pi	S _{td}	Kg/cm2					
Resistencia húmeda 2P''/t'' D Pi	S _{tm}	Kg/cm2					
Resistencia retenida TSR 100 S _{tm} /S _{td}		%					

Sugerencias

Firma del experto


 Ing. Alexander J. Sandoval Quijote
 REGISTRADO DE INGENIEROS
 N° 1284370
 CIP 100962

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Yudith Yeny Flores Charca		
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa (x)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	- Pavimentos - Geotecnia		
Institución donde labora:	- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años	(x)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	% de vacíos de aire, peso específico máximo, estabilidad y flujo Marshall y tracción indirecta
Autora:	Russell Cristian Erick Zela Mamani
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 días
Ámbito de aplicación:	Laboratorio de asfalto
Significación:	Estos instrumentos tienen como propósito recabar información a través de ensayos de laboratorio.

.....
INSTRUMENTO DE VALORACIÓN
Inj. Yudith Yeny Flores Charca
DNI: N° 40178573

4. **Soporte teórico**

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: razón	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de vacíos de aire - Peso específico máximo - Estabilidad y flujo Marshall - Tracción indirecta 	<p>Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza.</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.</p>

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario: **ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** elaborado por:

Russell Cristian Erick Zeza Mamani en el año 2023 De acuerdo con los

siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial/lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde

sus observaciones que considere pertinente


 Ing. Yodanis Yenny Flores García
 DNI: N° 40178573

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del Instrumento:

- Primera dimensión: Porcentaje de vacíos de aire
- Objetivos de la Dimensión: el objetivo es determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	2	

- Segunda dimensión: peso específico máximo
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar el peso específico máximo en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	2	

- Tercera dimensión: estabilidad y flujo Marshall
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la estabilidad y flujo Marshall en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	3	4	4	4	

- Cuarta dimensión: tracción indirecta
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la tracción indirecta en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	4	4	4	4	




 VICERRECTOR DE OBRAS
 Ing. Yobeth Yery Flores Guerra
 DNI: N° 46178573

Guía de observación 1	Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas		
Marco Normativo	MTC E 505 / ASTM 3203		
% de adición de nanosilíce		N° de muestra	

Ítem	Descripción	Und	Valor
A	Peso específico máximo	gr/cm3	
B	Altura de la muestra	mm	
C	Diámetro de la muestra	mm	
D	Peso unitario de la muestra	gr	
E	Peso específico aparente = $D/0.99707$	gr/cm3	
F	Pe. Bulk de la muestra	gr/cm3	
G	Porcentaje de vacíos de aire = $100(1-(F/A))$	%	

Sugerencias:

Firma del experto



 YELITZY VANY FLORES
 Ing. Yelitzy Vany Flores, Chorrillos
 DNI: N° 60178573

Guía de observación 2	Peso específico teórico máximo		
Marco Normativo	MTC E 508 / ASTM D 2041 / AASHTO T 209		
% de adición de nanosilíce		N° de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Valor
1	Peso de material	gr	
2	Peso agua + frasco	gr	
3	Peso agua + frasco + material	gr	
4	Peso agua+ frasco + material (ensayo)	gr	
5	Volumen	cm3	
Peso específico máximo MAC, gr/cm3		gr/cm3	

Sugerencias:

Firma del experto



 Ing. Yuleth Vera Duran, Chorrera
 DNI: N° 40178573

Guía de observación 3	Ensayo de estabilidad y flujo Marshall		
Marco normativo	MTC E 504 / ASTM D 6926 / ASTM D 6927		
% de adición de nanosilíce		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Nº de probeta		
			1	2	3
1	% adición de nanosilíce	%			
2	% C. A. en peso de la mezcla	%			
3	Altura promedio de la probeta	cm.			
4	Peso de la briqueta en el aire	gr.			
5	Peso de la briqueta saturada	gr.			
6	Peso de la briqueta en el agua	gr.			
7	Vol. de la briqueta por desplazamiento	c.c.			
8	Peso específico de la probeta	gr/cc.			
9	Promedio peso específico de probeta	gr/cc.			
10	Peso específico máximo	gr/cc.			
11	% de vacíos	%			
12	Promedio % de vacíos	%			
13	Flujo (0.01 mm.)	mm.			
14	Flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
15	Promedio flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
16	Estabilidad sin corregir				
17	Factor de estabilidad				
18	Estabilidad corregida	kg.			
19	Promedio estabilidad corregida	kg.			
20	Factor de rigidez	kg/cm.			
21	Numero de golpes por capa				

Sugerencias:

Firma del experto


 Ing. Yelitzy Vany Flores Guarcá
 OMI- N° 40178572

Guía de observación 4	Ensayo de tracción indirecta
Marco normativo	MTC E 522 / AASHTO T 283
% de adición de nanosilice	Nº de muestra

Descripción	Und.	Saturado			Seco		
		1	2	3	4	5	6
Diámetro	D	cm					
Espesor	t	cm					
Peso de la muestra seca al aire	A	gr					
SSD de la muestra	B	gr					
Peso de la muestra en agua	C	gr					
Volumen (B-C)	E	c.c.					
Pe. Bulk de la muestra (A/E)	F	gr/cc					
Peso específico máximo	G	gr/cc					
Vacios (100 (G-F) / G)	H	%					
Volumen de vacíos (HE/100)	I	c.c.					

Muestra saturada en vacío 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C							
SSD de la muestra	B'	gr					
Peso de la muestra en agua	C'	gr					
Volumen (B'-C')	E'	c.c.					
Vol. Agua absorción (B'-A)	J'	c.c.					
Saturación (100J'/I)		%					
Hinchamiento (100(E'-E) / E)		%					

Condición de saturación a 24 Horas a 60°C, baño maría							
Espesor	t''	cm					
SSD de la muestra	B''	gr					
Peso de la muestra en agua	C''	gr					
Volumen (B''-C'')	E''	c.c.					
Vol. Agua absorción (B''-A)	J''	c.c.					
Saturación (100J''/I)		%					
Hinchamiento (100(E''-E) / E)		%					
Carga de tracción indirecta	P''	kg					
Resistencia seca 2P/t D Pi	S _{rd}	Kg/cm2					
Resistencia húmeda 2P''/t'' D Pi	S _{tm}	Kg/cm2					
Resistencia retenida TSR 100 S _{tm} /S _{rd}		%					

Sugerencias

Firma del experto


 Ing. Wilfredo Flores Durán
 C.R. N° 40178572

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Ing. Roger Taco Apaza		
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa (x)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	- Pavimentos - Edificaciones		
Institución donde labora:	Municipalidad Provincial de San Roman		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años	(x)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	% de vacíos de aire, peso específico máximo, estabilidad y flujo Marshall y tracción indirecta
Autora:	Russell Cristian Erick Zela Mamani
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 días
Ámbito de aplicación:	Laboratorio de asfalto
Significación:	Estos instrumentos tienen como propósito recabar información a través de ensayos de laboratorio.



Ing. Roger Taco Apaza
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 159934

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: razón	- Porcentaje de vacíos de aire - Peso específico máximo - Estabilidad y flujo Marshall - Tracción indirecta	Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza. Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario: **ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** elaborado por:

Russel Cristian Erick Zela Mamani en el año 2023 De acuerdo con los

siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde

sus observaciones que considere pertinente




1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Porcentaje de vacíos de aire
- Objetivos de la Dimensión: el objetivo es determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Segunda dimensión: peso específico máximo
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar el peso específico máximo en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Tercera dimensión: estabilidad y flujo Marshall
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la estabilidad y flujo Marshall en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	3	4	4	4	

- Cuarta dimensión: tracción indirecta
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la tracción indirecta en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	4	4	4	4	



 Ing. Roger Taca Apaza
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 189034

Guía de observación 1	Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas		
Marco Normativo	MTC E 505 / ASTM 3203		
% de adición de nanosilice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und	Valor
A	Peso específico máximo	gr/cm3	
B	Altura de la muestra	mm	
C	Diámetro de la muestra	mm	
D	Peso unitario de la muestra	gr	
E	Peso específico aparente = $D/0.99707$	gr/cm3	
F	Pe. Bulk de la muestra	gr/cm3	
G	Porcentaje de vacíos de aire = $100(1-(F/A))$	%	

Sugerencias:

Firma del experto




 Ing. Roger Taca Apaza
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 160624

Guía de observación 2	Peso específico teórico máximo		
Marco Normativo	MTC E 508 / ASTM D 2041 / AASHTO T 209		
% de adición de nanosilice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Valor
1	Peso de material	gr	
2	Peso agua + frasco	gr	
3	Peso agua + frasco + material	gr	
4	Peso agua+ frasco + material (ensayo)	gr	
5	Volumen	cm3	
Peso específico máximo MAC, gr/cm3		gr/cm3	

Sugerencias:

Firma del experto



Ing. Roger Yaco Apaza
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 169034

Guía de observación 3	Ensayo de estabilidad y flujo Marshall		
Marco normativo	MTC E 504 / ASTM D 6926 / ASTM D 6927		
% de adición de nanosilice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Nº de probeta		
			1	2	3
1	% adición de nanosilice	%			
2	% C. A. en peso de la mezcla	%			
3	Altura promedio de la probeta	cm.			
4	Peso de la briqueta en el aire	gr.			
5	Peso de la briqueta saturada	gr.			
6	Peso de la briqueta en el agua	gr.			
7	Vol. de la briqueta por desplazamiento	c.c.			
8	Peso específico de la probeta	gr/cc.			
9	Promedio peso específico de probeta	gr/cc.			
10	Peso específico máximo	gr/cc.			
11	% de vacíos	%			
12	Promedio % de vacíos	%			
13	Flujo (0.01 mm.)	mm.			
14	Flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
15	Promedio flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
16	Estabilidad sin corregir				
17	Factor de estabilidad				
18	Estabilidad corregida	kg.			
19	Promedio estabilidad corregida	kg.			
20	Factor de rigidez	kg/cm.			
21	Numero de golpes por capa				

Sugerencias:

Firma del experto



Ing. Roger Yaco Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP. 169634

Guía de observación 4	Ensayo de tracción indirecta
Marco normativo	MTC E 522 / AASHTO T 283
% de adición de nanosílice	Nº de muestra

Descripción	Und.	Saturado			Seco		
		1	2	3	4	5	6
Diámetro	D	cm					
Espesor	t	cm					
Peso de la muestra seca al aire	A	gr					
SSD de la muestra	B	gr					
Peso de la muestra en agua	C	gr					
Volumen (B-C)	E	c.c.					
Pe. Bulk de la muestra (A/E)	F	gr/cc					
Peso específico máximo	G	gr/cc					
Vacios (100 (G-F) / G)	H	%					
Volumen de vacíos (HE/100)	I	c.c.					

Muestra saturada en vacío 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C							
SSD de la muestra	B'	gr					
Peso de la muestra en agua	C'	gr					
Volumen (B'-C')	E'	c.c.					
Vol. Agua absorción (B'-A)	J'	c.c.					
Saturación (100J'/I)		%					
Hinchamiento (100(E'-E) / E)		%					

Condición de saturación a 24 Horas a 60°C, baño maría							
Espesor	t''	cm					
SSD de la muestra	B''	gr					
Peso de la muestra en agua	C''	gr					
Volumen (B''-C'')	E''	c.c.					
Vol. Agua absorción (B''-A)	J''	c.c.					
Saturación (100J''/I)		%					
Hinchamiento (100(E''-E) / E)		%					
Carga de tracción indirecta	P''	kg					
Resistencia seca 2P/t D Pi	S_{td}	Kg/cm2					
Resistencia húmeda 2P''/t'' D Pi	S_{cm}	Kg/cm2					
Resistencia retenida TSR 100 S_{cm}/S_{td}		%					

Sugerencias

Firma del experto



 Ing. Roger Yaco Apaza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 129634

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente en Juliaca 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Ing. Franklin Heyrick Araca Llanos		
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa (X)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	- Pavimentos		
Institución donde labora:	Municipalidad Distrital de Tiquillaca		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	(X)	
	Más de 5 años	()	
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	% de vacíos de aire, peso específico máximo, estabilidad y flujo Marshall y tracción indirecta
Autor:	Russell Cristian Erick Zela Mamani
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 días
Ámbito de aplicación:	Laboratorio de asfalto
Significación:	Estos instrumentos tienen como propósito recabar información a través de ensayos de laboratorio.


 N.E. CONVENIO N° 664-2022-PUN/WVWSP/MS/2
 C/US/2022 - JULIACA - PUNO
 INGENIERO SUPERVISOR
 ING. FRANKLIN HEYRICK ARACA LLANOS
 D. N° 70736994

4. Soporta teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: razón	- Porcentaje de vacíos de aire - Peso específico máximo - Estabilidad y flujo Marshall - Tracción indirecta	Las propiedades físicas son las características que describe a un material, las propiedades mecánicas son aquellas se ven afectadas con la aplicación de fuerza. Las propiedades físicas y mecánicas serán evaluadas a través de ensayos de laboratorios.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario: **ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** elaborado por:

Russell Cristian Erick Zela Mamani en el año 2023 De acuerdo con los

siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde

sus observaciones que considere pertinente

R.C. CONVENIO N° 464-2022-PUNO/UNIVERSIDAD
 ORDENADO POR: L.G.A.R. - PUNO

 ING. FRANKLEY ARACA LLANOS
 D. N.° 70736984

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del Instrumento:

- Primera dimensión: Porcentaje de vacíos de aire
- Objetivos de la Dimensión: el objetivo es determinar el porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Segunda dimensión: peso específico máximo
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar el peso específico máximo en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Volumen	1	4	4	3	

- Tercera dimensión: estabilidad y flujo Marshall
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la estabilidad y flujo Marshall en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	3	4	4	4	

- Cuarta dimensión: tracción indirecta
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo es determinar la tracción indirecta en mezclas asfálticas en caliente.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Esfuerzo Deformación	4	4	4	4	

N.E. CONVENIO N° 864-032-PURVMM/MPVE
 ORUQUILLO - PERÚ

 INGENIERO SUPERVISOR
 ING. FRANK HEYRICH ARACA LLANOS
 O.N. N° 70736984

Guía de observación 1	Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas		
Marco Normativo	MTC E 505 / ASTM 3203		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und	Valor
A	Peso específico máximo	gr/cm3	
B	Altura de la muestra	mm	
C	Diámetro de la muestra	mm	
D	Peso unitario de la muestra	gr	
E	Peso específico aparente = $D/0.99707$	gr/cm3	
F	Pe. Bulk de la muestra	gr/cm3	
G	Porcentaje de vacíos de aire = $100(1-(F/A))$	%	

Sugerencias:

Firma del experto

N.E. CONVENIO N° 086-2022-PUN/VMU/PNVR
 ORUJILLO, DELGAR - PUNO



ING. FRANK HEYBRICH ARACA LLANOS
 D. N° 70°36984

Guía de observación 2	Peso específico teórico máximo		
Marco Normativo	MTC E 508 / ASTM D 2041 / AASHTO T 209		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Valor
1	Peso de material	gr	
2	Peso agua + frasco	gr	
3	Peso agua + frasco + material	gr	
4	Peso agua+ frasco + material (ensayo)	gr	
5	Volumen	cm3	
	Peso específico máximo MAC, gr/cm3	gr/cm3	

Sugerencias:

Firma del experto

N.E. CONVENIO N° 086-2022-PUN/VMVUPNVR
 ORUBILLO - BELGAR - PUNO


 ING. FRANK HEYBRECH ARACA LLANOS
 D. N° 76336984

Guía de observación 3	Ensayo de estabilidad y flujo Marshall		
Marco normativo	MTC E 504 / ASTM D 6926 / ASTM D 6927		
% de adición de nanosílice		Nº de muestra	

Ítem	Descripción	Und.	Nº de probeta		
			1	2	3
1	% adición de nanosílice	%			
2	% C. A. en peso de la mezcla	%			
3	Altura promedio de la probeta	cm.			
4	Peso de la briqueta en el aire	gr.			
5	Peso de la briqueta saturada	gr.			
6	Peso de la briqueta en el agua	gr.			
7	Vol. de la briqueta por desplazamiento	c.c.			
8	Peso específico de la probeta	gr/cc.			
9	Promedio peso específico de probeta	gr/cc.			
10	Peso específico máximo	gr/cc.			
11	% de vacíos	%			
12	Promedio % de vacíos	%			
13	Flujo (0.01 mm.)	mm.			
14	Flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
15	Promedio flujo (0.01 pulg.)	pulg.			
16	Estabilidad sin corregir				
17	Factor de estabilidad				
18	Estabilidad corregida	kg.			
19	Promedio estabilidad corregida	kg.			
20	Factor de rigidez	kg/cm.			
21	Numero de golpes por capa				

Sugerencias:

Firma del experto

N.E. CONVENIO N° 084-022-PUN/VMUPNVR
 ORURILLO - BELGAR - PUNO

 INGENIERO SUPERVISOR
 ING. FRANK ARACA LLANOS
 D.N. N° 70°36984

Guía de observación 4	Ensayo de tracción indirecta
Marco normativo	MTC E 522 / AASHTO T 283
% de adición de nanosilíce	N° de muestra

Descripción	Und.	Saturado			Seco		
		1	2	3	4	5	6
Diámetro	D	cm					
Espesor	t	cm					
Peso de la muestra seca al aire	A	gr					
SSD de la muestra	B	gr					
Peso de la muestra en agua	C	gr					
Volumen (B-C)	E	c.c.					
Pe. Bulk de la muestra (A/E)	F	gr/cc					
Peso específico máximo	G	gr/cc					
Vacios (100 (G-F) / G)	H	%					
Volumen de vacíos (HE/100)	I	c.c.					

Muestra saturada en vacío 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C

SSD de la muestra	B'	gr					
Peso de la muestra en agua	C'	gr					
Volumen (B'-C')	E'	c.c.					
Vol. Agua absorción (B'-A)	J'	c.c.					
Saturación (100J'/I)		%					
Hinchamiento (100(E'-E) / E)		%					

Condición de saturación a 24 Horas a 60°C, baño maría

Espesor	t''	cm					
SSD de la muestra	B''	gr					
Peso de la muestra en agua	C''	gr					
Volumen (B''-C'')	E''	c.c.					
Vol. Agua absorción (B''-A)	J''	c.c.					
Saturación (100J''/I)		%					
Hinchamiento (100(E''-E) / E)		%					
Carga de tracción indirecta	P''	kg					
Resistencia seca 2P/t D Pi	S_{td}	Kg/cm2					
Resistencia húmeda 2P''/t'' D Pi	S_{tm}	Kg/cm2					
Resistencia retenida TSR 100 S_{tm}/S_{td}		%					

Sugerencias

Firma del experto


 N.E. CONVENIO N° 884-1022-PUN/VMU/PNVR
 ORURILLO - TILGAR - PUNO
 INGENIERO SUPERVISOR
 ING. FRANK HEYRICH ARACA LLANOS
 D.N. N° 70336984

Anexo 5. Resultado de reporte de similitud Turnitin

Informe de tesis - Zela Mamani Russell Cristian Erick pdf.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.scribd.com Fuente de Internet	2%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	"Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas tibias (mezclas templadas)"	<1%

empleando emulsiones súper-estabilizadas",
Pontificia Universidad Católica de Chile, 2016

Publicación

10	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
13	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
19	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %

20	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
22	www.epm.com.co Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
26	perakgateway.utp.edu.my Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
28	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	doku.pub Fuente de Internet	<1 %

31	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
33	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
35	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado



Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

Anexo 6. Resultado de ensayos de laboratorio

	<p>GEOTECNIA PUNO EIRL</p> <p>MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA</p>		
<p>PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023 TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI</p>			
CANTERA	: CABANILLAS	TECN. RESPONS.	: PERSONAL DE LABORATORIO
MUESTRA	: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	ING. RESPONS.	: ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
UBICACIÓN	: PLANTA DE ASFALTO	FECHA	: 02/09/2023
<p>DISEÑO:</p> <p>- C.A. PEN (120-150) : 6.90%</p> <p>- Nanosilíce : 2.00%</p> <p>- N° de Golpes : 75</p>			
<p>PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)</p>			
No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = 100(1-A/E)	3.000	3.100	3.200
<p>GEOTECNIA PUNO EIRL Ingeniería de Ferrocarriles, Arquitectura, Geotecnia y Construcción</p> <p>ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI INGENIERO CIVIL Reg. CIP: 81232</p>			



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANtera : CABANILLAS TECN. RESPONS. : PERSONAL DE LABORATORIO

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 2.00%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

Nº DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL
Alfredo Alarcon Atahuachi

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIEIRO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL DE LABORATORIO

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 0.00%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Obras de Suelo

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81792



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL DE LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 0.50%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Consultoría, Supervisión y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANtera : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL DE LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 1.00%
- Nº de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Agencia de Percepción, Gestión, Control y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL DE LABORATORIO

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 1.50%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Agencia de Estudios, Ecología, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81332



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS TECN. RESPONS. : PERSONAL DE LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 0.00%
- Nº de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Bóvedas y Cimentaciones

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL DE LABORATORIO

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 0.50%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras y Cimentación

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL DE LABORATORIO

MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 1.00%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = 100(1-A/E)	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Estudios, Consultoría y Supervisión


ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81792



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS TECN. RESPONS. : PERSONAL DE LABORATORIO

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 02/09/2023

DISEÑO:

- C.A. PEN (120-150) : 6.90%
- Nanosilice : 1.50%
- N° de Golpes : 75

PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASTM 3203)

No DE LA MUESTRA	1	2	3
A.- PESO UNITARIO	2.264	2.262	2.260
B.- ALTURA DE LA MUESTRA	6.70	6.70	6.70
C.- PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	1192.00	1198.00	1191.00
D.- PESO DE LA BRIQUETA MÁS PARAFINA	1194.00	1200.00	1193.00
E.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.334	2.334	2.334
F.-PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE = $100(1-A/E)$	3.000	3.100	3.200

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CP. 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS TECN. RESPONS. RENE POMACOSI L.

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE ING. RESPONS. ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA 31/08/2023

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE (ASTM D2041)

No DE LA MUESTRA	1	2	3	4	5
% CEMENTO ASFALTICO	6.90				
A.- Peso de la muestra al aire (grs)	850.00				
B.- Peso del frasco (grs)	2635.00				
C.- Peso del frasco + muestra (A+B) (grs)	3485.00				
D.- Peso del frasco + agua (calibrado) (grs)	6765.20				
E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs)	7251.00				
F.- Peso muestra + frasco (A+D) (grs)	7615.20				
G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs)	364.20				
H.- Densidad Máxima de la Mezcla (A/G)	2.334				

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Agencia de Pavimentos, Estudios Geotécnicos y Cimentación

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559, MTC E 504)

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIE ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
NANOSILICE : 0.00% FECHA : 02/09/2023

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.90			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.45			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.93			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.93			
5	% filler		2.79			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8	Peso Especifico de Gravelia Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.468			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1198	1191		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire	1194	1200	1193		
14	Peso de la Briqueta al agua	865.6	868.4	864		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.40	529.80	527.00		
16	Peso Unitario	2.264	2.262	2.260	2.262	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.334	2.334	2.334		
18	% Vacios	3.00	3.10	3.20	3.100	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Belén		0.86		0.866	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	912	926	937		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	876	889	900	888	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.30	3.40	3.40	3.367	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.580	2.580	2.580		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.561	1.561	1.561		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.45	5.45	5.45		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.081	15.149	15.229	15.146	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.061	79.537	78.987	79.535	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2663	2615	2646	2637.8	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Entubos, Cimentación y Laboratorio

ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
INGENIERO CIVIL
Rev. 01/09/2023



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559)

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHA
NANOSÍLICE : 0.50% **FECHA** : 02/09/2023

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.90			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.45			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.93			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.93			
5	% filler		2.79			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8	Peso Especifico de Gravia Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.486			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1198	1191		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1200	1193		
14	Peso de la Briqueta al agua	665.6	668.4	664		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.40	529.60	527.00		
16	Peso Unitario	2.264	2.262	2.260	2.262	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.334	2.334	2.334		
18	% Vacios	3.00	3.10	3.20	3.100	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Defin		0.00		0.000	0.00 - 1.00
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	984	972	1021		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	945	933	980	953	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.64	3.72	3.61	3.657	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.580	2.580	2.580		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.561	1.561	1.561		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.45	5.45	5.45		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.061	15.149	15.229	15.146	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	60.081	79.537	78.987	79.535	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2595	2508	2715	2605.2	1700 -1000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Polímeros, Control de Proyectos y Contratos

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559)

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
NANOSÍLICE : 1.00% **FECHA** : 02/05/2023

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.90			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.45			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.93			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.93			
5	% filler		2.78			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1198	1191		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1200	1193		
14	Peso de la Briqueta al agua	665.6	668.4	664		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.40	529.60	527.00		
16	Peso Unitario	2.264	2.262	2.260	2.262	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.334	2.334	2.334		
18	% Vacios	3.00	3.10	3.20	3.100	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betón		0.66		0.665	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1205	1224	1202		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1064	1072	1102	1066	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.88	3.72	3.68	3.760	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.580	2.580	2.580		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.561	1.561	1.561		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.45	5.45	5.45		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.061	15.149	15.229	15.146	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.061	79.537	78.967	79.635	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2704	2662	2605	2650.0	1700.4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL
Agencia de Peritos, Ingenieros y Constructores

ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 101732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559)

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHU
NANOSÍLICE : 1.50% **FECHA** : 02/09/2023

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.90			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.45			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.93			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.93			
5	% filler		2.79			
6	Peso Especifico del C.A		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1198	1191		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1200	1193		
14	Peso de la Briqueta al agua	665.6	668.4	664		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.40	529.60	527.00		
16	Peso Unitario	2.264	2.262	2.260	2.262	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.334	2.334	2.334		
18	% Vacios	3.00	3.10	3.20	3.100	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betón		0.66		0.655	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1175	1241	1182		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1128	1191	1135	1151	Min. 815
23	Flujo (mm)	4.17	4.24	4.35	4.253	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.580	2.580	2.580		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.561	1.561	1.561		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.45	5.45	5.45		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.061	15.149	15.229	15.146	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.061	79.537	78.987	79.535	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2705	2810	2690	2797.8	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Supervisión, Estudios Geotécnicos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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

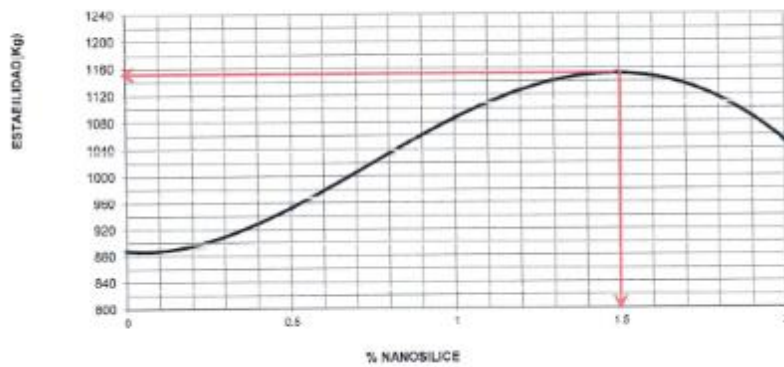


OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

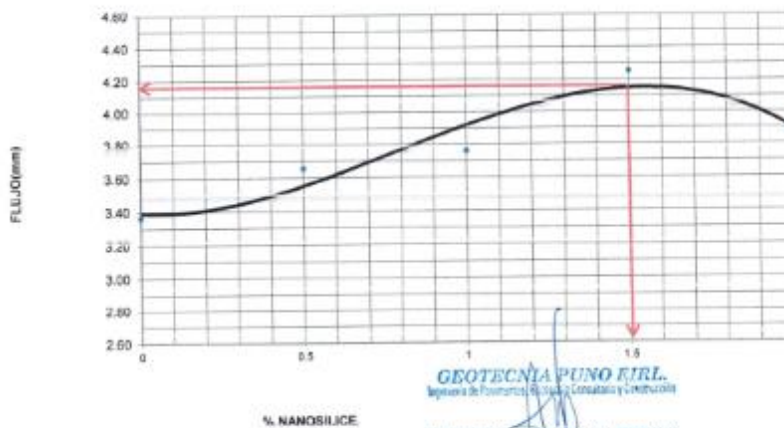
CANTERA :	CABANILLAS	TECN. RESPONS. :	PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA :	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	ING. RESPONS. :	ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN :	PLANTA DE ASFALTO	FECHA :	31/09/2023

GRAFICOS DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA

ESTABILIDAD



FLUJO



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Riego y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



RESISTENCIA EN LA PRUEBA DE TRACCIÓN INDIRECTA (ASTM 4867/AASHTO T283/MTC E 522)

PROYECTO	ADICIÓN DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023		
	TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI		
CANTERA	CABANILLAS	TECN. RESPONS.	PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA	MEZCLA ASFÁLTICA	ING. RESPONS.	ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN	PLANTA DE ASFALTO	FECHA	:06/09/2023
DISEÑO :			
	- C.A. PEN (120-150)	:	6.90%
	- Nanosilice	:	0.00%
	- N° de Golpes	:	75

DESCRIPCION	UND	Simb.	MUESTRAS					
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Diametro	cm	D	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura	cm	t	6.60	6.70	6.60	6.56	6.65	6.58
Peso seco en Aire	gr	A	1170.50	1178.40	1175.40	1171.20	1171.60	1188.50
Peso en condición sat. Sup.s	gr	B	1171.40	1179.60	1176.40	1172.60	1172.80	1189.80
Peso en el Agua	gr	C	654.30	657.50	654.90	654.50	655.40	663.40
Volumen. (B-C)	cc	E	517.10	522.10	521.50	518.10	517.40	526.40
Gravedad Especifica Bulk., (A/E)	gr/cc	F	2.26	2.26	2.25	2.26	2.26	2.26
Maxima Gravedad Especifica Rice	gr/cc	G	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
% de vacios de Aire (G-F)/G	%	H	3.02	3.30	3.43	3.15	2.98	3.27
Volumen de vacios de aire, (HE/100)	cc	I	15.60	17.22	17.90	16.30	15.43	17.19
MEDICION DE MUESTRAS - SECAS								
Carga, P	Kg	P	951.00	1087.00	981.00			
Resistencia a tensión (Condición Seca)	Kg/cm ²	Std	9.17	10.33	9.46			
PROMEDIO			9.65					
MEDICION DE MUESTRAS - SATURADAS								
Carga	Kg	P'				649.00	657.00	662.00
Resistencia a tensión (Condición Húmeda)	Kg/cm ²	Std				6.30	6.29	6.40
PROMEDIO			6.33					
TRS (%)								66

Observaciones:

De acuerdo a las especificaciones técnicas el TRS debe ser como mínimo un 70%.

$$S_{ud} = \frac{2 \times P}{t \times D \times \pi}$$

$$TSR = \frac{\bar{S}_m}{\bar{S}_{ud}} \times 100$$

$$S_m = \frac{2 \times P'}{t' \times D \times \pi}$$

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Suelos, Cimentaciones y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



RESISTENCIA EN LA PRUEBA DE TRACCIÓN INDIRECTA (ASTM 4867/AASHTO T283/MTC E 522)

PROYECTO	ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023		
	TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI		
CANTERA	CABANILLAS	TECN. RESPONS.	PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA	MEZCLA ASFÁLTICA	ING. RESPONS.	ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN	PLANTA DE ASFALTO	FECHA	06/09/2023
DISEÑO :			
- C. A. PEN (120-150) : 6.90%			
- Nanosilice : 0.50%			
- N° de Golpes : 75			

DESCRIPCIÓN	UND	Simb.	MUESTRAS					
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Diametro	cm	D	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura	cm	t	6.65	6.68	6.72	6.58	6.62	6.51
Peso seco en Aire	gr	A	1172.50	1179.20	1178.20	1172.30	1172.20	1187.80
Peso en condición sat. Sup s.	gr	B	1173.20	1180.20	1177.10	1173.20	1173.20	1188.20
Peso en el Agua	gr	C	853.60	856.30	853.40	853.60	854.50	862.50
Volumen. (B-C)	cc	E	519.70	523.90	523.70	519.80	518.70	525.70
Gravedad Especifica Bulk. (A/E)	gr/cc	F	2.26	2.25	2.25	2.26	2.26	2.26
Maxima Gravedad Especifica Rice	gr/cc	G	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
% de vacíos de Aire (G-F)/G	%	H	3.34	3.56	3.77	3.34	3.18	3.21
Volumen de vacíos de aire. (HE/100)	cc	I	17.34	18.67	19.76	17.33	16.47	16.67
MEDICIÓN DE MUESTRAS - SECAS								
Carga P	Kg	P	1208.00	1100.00	1125.00			
Resistencia a tensión (Condición Seca)	Kg/cm ²	Std	11.55	10.48	10.86			
PROMEDIO			10.90					
MEDICIÓN DE MUESTRAS - SATURADAS								
Carga	Kg	P				784.00	776.00	789.00
Resistencia a tensión (Condición Húmeda)	Kg/cm ²	Std				7.59	7.46	7.72
PROMEDIO						7.59		
TRS (%)								70

Observaciones:

De acuerdo a las especificaciones técnicas el TRS debe ser como mínimo un 70%.

$$S_{st} = \frac{2 \times P}{t \times D \times \pi}$$

$$TSR = \frac{S_m}{S_{st}} \times 100$$

$$S_m = \frac{2 \times P^s}{t^s \times D \times \pi}$$

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Ladrillos

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.E. 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



RESISTENCIA EN LA PRUEBA DE TRACCIÓN INDIRECTA (ASTM 4867/AASHTO T283/MTC E. 522)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023		
	:	TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI		
CANTERA	:	CABANILLAS	TECN. RESPONS.	:PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA	:	MEZCLA ASFÁLTICA	ING. RESPONS.	:ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN	:	PLANTA DE ASFALTO	FECHA	:08/09/2023
		DISEÑO :	- C.A. PEN (120-150)	: 6.90%
			- Nanosilice	: 1.00%
			- N° de Golpes	: 75

DESCRIPCIÓN	UND	Símb.	MUESTRAS					
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Diametro	cm	D	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura	cm	t	6.62	6.68	6.61	6.59	6.68	6.61
Peso seco en Aire	gr	A	1171.50	1179.50	1174.80	1173.60	1173.60	1186.20
Peso en condición sat. Sup.s.	gr	B	1172.50	1180.20	1175.80	1174.20	1174.20	1187.20
Peso en el Agua	gr	C	653.20	655.40	652.40	655.10	653.30	662.40
Volumen, (B-C)	cc	E	519.30	524.80	523.20	519.10	520.90	524.80
Gravedad Especifica Bulk., (A/E)	gr/cc	F	2.26	2.25	2.25	2.26	2.25	2.26
Maxima Gravedad Especifica Rice	gr/cc	G	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
% de vacíos de Aire (G-F)/G	%	H	3.35	3.71	3.61	3.13	3.47	3.16
Volumen de vacíos de aire, (HE/100)	cc	I	17.37	19.44	19.94	16.27	18.07	16.57
MEDICIÓN DE MUESTRAS - SECAS								
Carga, P	Kg	P	1113.00	1130.00	1124.00			
Resistencia a tensión (Condición Seca)	Kg/cm ²	Std	10.70	10.77	10.83			
PROMEDIO			10.77					
MEDICIÓN DE MUESTRAS - SATURADAS								
Carga	Kg	P'				842.00	836.00	851.00
Resistencia a tensión (Condición Húmeda)	Kg/cm ²	Str				8.13	7.97	8.20
PROMEDIO						8.10		
TRS (%)								75

Observaciones:

De acuerdo a las especificaciones técnicas el TRS debe ser como mínimo un 70%.

$$S_{st} = \frac{2 \times P}{t \times D \times \pi}$$

$$TSR = \frac{S_m}{S_{st}} \times 100$$

$$S_{st} = \frac{2 \times P'}{t' \times D \times \pi}$$

GEOTECNIA PUNO EIRL,
Ingeniería de Suelos, Pavimentos, Cimentación y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 21722



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



RESISTENCIA EN LA PRUEBA DE TRACCIÓN INDIRECTA (ASTM 4867/AASHTO T283/MTC E 522)

PROYECTO	ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023		
	TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI		
CANTERA	CABANILLAS	TECN. RESPONS.	PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA	MEZCLA ASFÁLTICA	ING. RESPONS.	ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN	PLANTA DE ASFALTO	FECHA	08/09/2023
DISEÑO :			
			- C.A. PEN (120-150) : 8.90%
			- Nanosilice : 1.50%
			- N° de Golpes : 75

DESCRIPCION	UND	Symb.	MUESTRAS					
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Diametro	cm	D	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura	cm	t	6.57	6.68	6.68	6.68	6.62	6.54
Peso seco en Aire	gr	A	1169.50	1176.50	1174.60	1170.80	1170.90	1188.20
Peso en condición sat. Sup.s	gr	B	1170.50	1177.20	1175.20	1171.20	1171.20	1187.60
Peso en el Agua	gr	C	652.20	655.20	652.40	652.40	653.60	662.40
Volumen, (B-C)	cc	E	518.30	522.00	522.80	518.80	517.60	525.20
Gravedad Especifica Bulk., (A/E)	gr/cc	F	2.26	2.25	2.25	2.26	2.26	2.26
Maxima Gravedad Especifica Rice	gr/cc	G	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
% de vacios de Aire (G-F)/G	%	H	3.32	3.43	3.74	3.31	3.08	3.23
Volumen de vacios de aire, (HE/100)	cc	I	17.23	17.93	19.54	17.17	15.93	16.97
MEDICION DE MUESTRAS - SECAS								
Carga, P	Kg	P	1015.00	980.00	1054.00			
Resistencia a tensión (Condición Seca)	Kg/cm ²	Std	9.84	9.34	10.20			
PROMEDIO			9.79					
MEDICION DE MUESTRAS - SATURADAS								
Carga	Kg	P'				796.00	816.00	842.00
Resistencia a tensión (Condición Humeda)	Kg/cm ²	Str				7.72	7.85	8.20
PROMEDIO						7.92		
TRS (%)								81

Observaciones:

De acuerdo a las especificaciones técnicas el TRS debe ser como mínimo un 70%.

$$S_d = \frac{2 \times P}{t \times D \times \pi}$$

$$TSR = \frac{S_m}{S_d} \times 100$$

$$S_m = \frac{2 \times P'}{t' \times D \times \pi}$$

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto, Cimentación y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA PUNO EIRL

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



RESISTENCIA EN LA PRUEBA DE TRACCIÓN INDIRECTA (ASTM 4867/AASHTO T283/MTC E 522)

PROYECTO	ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023		
	TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI		
CANTERA	CABANILLAS	TECN. RESPONS.	PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA	MEZCLA ASFÁLTICA	ING. RESPONS.	ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN	PLANTA DE ASFALTO	FECHA	08/09/2023
DISEÑO :		- C.A. PEN (120-150)	: 6.90%
		- Nanosíllice	: 2.00%
		- N° de Golpes	: 75

DESCRIPCION	UND	Cimb.	MUESTRAS					
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Díametro	cm	D	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura	cm	t	6.63	6.67	6.64	6.59	6.69	6.59
Peso seco en Aire	gr	A	1171.50	1175.50	1174.50	1173.60	1172.60	1185.40
Peso en condición sat. Sup s	gr	B	1172.40	1178.30	1175.40	1174.90	1173.30	1186.90
Peso en el Agua	gr	C	652.30	653.40	653.70	655.10	654.70	661.70
Volumen, (B-C)	cc	E	520.10	522.90	521.70	519.80	518.60	525.20
Gravedad Especifica Bulk, (A/E)	gr/cc	F	2.25	2.25	2.25	2.26	2.28	2.28
Maxima Gravedad Especifica Píose	gr/cc	G	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
% de vacíos de Aire (G-F)/G	%	H	3.49	3.68	3.54	3.27	3.12	3.30
Volumen de vacíos de aire, (HE/100)	cc	I	18.17	19.26	18.49	16.97	16.20	17.32
MEDICION DE MUESTRAS - SECAS								
Carga, P	Kg	P	958.00	942.00	981.00			
Resistencia a tensión (Condición Seca)	Kg/cm ²	Std	9.29	8.99	9.41			
PROMEDIO			9.23					
MEDICION DE MUESTRAS - SATURADAS								
Carga	Kg	P'				692.00	714.00	768.00
Resistencia a tensión (Condición Húmeda)	Kg/cm ²	Stm				6.68	6.79	7.42
PROMEDIO						6.97		
TRS (%)								75

Observaciones:

De acuerdo a las especificaciones técnicas el TRS debe ser como mínimo un 70%.

$$S_{st} = \frac{2 \times P}{t \times D \times \pi}$$

$$TSR = \frac{S_m}{S_{st}} \times 100$$

$$S_m = \frac{2 \times P'}{t' \times D \times \pi}$$

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Suelos, Pavimentos y Cimentación

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81232

Anexo 7. Hoja de cálculos

GEOTECNIA PUNO & INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS

TECN. RESPON. : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2"

ING. RESPON. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

FECHA : 31/08/2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Apertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						DATOS DE LA MUESTRA: Peso inicial : Grs Peso fracción : Grs
2 1/2"	63.000				PROMEDIO		
2"	50.000				DE 05		
1 1/2"	37.500				GRANULO-		
1"	25.000				METRIAS		PROPORCIÓN DE AGREGADOS: Grava : % Arena : % Fino : % W natural : %
3/4"	19.000				100.00		
1/2"	12.500				54.86		
3/8"	9.500				23.00		
No. 04	4.750				0.66		OBSERVACIONES:
No. 10	2.000				0.38		
No. 20	0.840				0.38		
No. 40	0.425				0.38		
No. 60	0.250				0.38		
No. 100	0.150				0.38		
No. 200	0.075				0.38		
<No. 200							

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Riego y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANO-SILICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023

TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS

MUESTRA : ARENA CHANCADA

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABOR

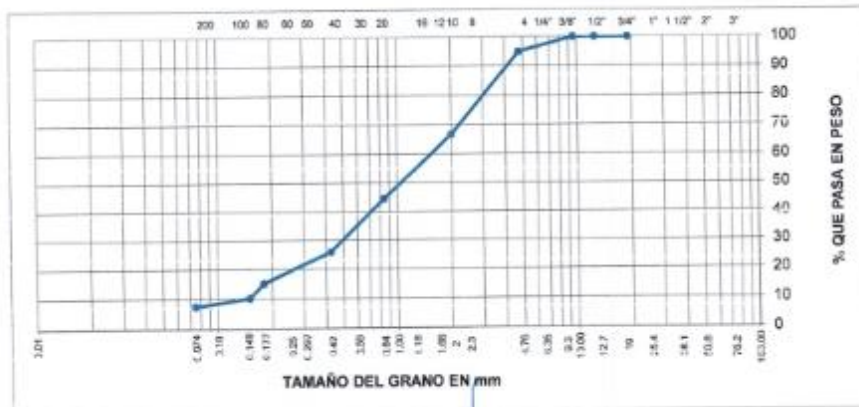
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 31/08/2023

ANALISIS GRANULOMETRICO 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						
2 1/2"	63.000					PROMEDIO	DATOS DE LA MUESTRA:
2"	50.000					DE 05	Peso inicial : Grs
1 1/2"	37.500					GRANULO-	Peso fracción : Grs
1"	25.000					METRIAS	
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500				100.00		Grava : %
3/8"	9.500				100.00		Arena : %
No.04	4.750				94.90		Fino : %
No.10	2.000				86.78		W natural : %
No.20	0.840				44.58		
No.40	0.425				25.92		OBSERVACIONES:
No.80	0.180				15.24		
No.100	0.150				10.30		
No.200	0.075				7.50		
<No.200							

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Recursos, Estudios Geotécnicos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023

TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

FECHA : 31/08/2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamizos ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000					PROMEDIO	DATOS DE LA MUESTRA:
2"	50.000					DE 05	Peso inicial : Grs
1 1/2"	37.500					GRANULO-	Peso fracción : Grs
1"	25.000					METRIAS	
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500				100.00		Grava : %
3/8"	9.500				94.16		Arena : %
No. 04	4.750				88.55		Fino : %
No. 10	2.000				78.26		W natural : %
No. 20	0.840				69.06		
No. 40	0.425				44.44		OBSERVACIONES
No. 80	0.180				7.86		
No. 100	0.150				6.34		
No. 200	0.075				5.32		
<No. 200							

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Estudios Geotécnicos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : FILLER

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : AGREGADO FINO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

FECHA : 31/08/2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO 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						
2 1/2"	63.000				PROMEDIO		DATOS DE LA MUESTRA:
2"	50.000				DE 05		Peso Inicial : Grs
1 1/2"	37.500				GRANULO-		Peso fracción : Grs
1"	25.000				METRIAS		
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500				100.00		Grava : %
3/8"	9.500				100.00		Arena : %
No. 04	4.750				100.00		Fino : %
No. 10	2.000				100.00		W natural : %
No. 20	0.840				99.54		
No. 40	0.425				98.88		OBSERVACIONES:
No. 80	0.180				98.00		
No. 100	0.150				96.74		
No. 200	0.075				95.02		
<No. 200							

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería y Consultoría

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.T. 81232

ORRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023

TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS

MUESTRA : MEZCLA DE AGREGADOS

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 31/08/2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(TEORICA)**

Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	% Que Pasa	% Que Pasa	% Que Pasa	Especi- ficaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000	PIEDRA	ARENA	ARENA		MEZCLA	Peso inicial : 5251 Grs
2 1/2"	63.000	CHANC.	CHANC.	NATURAL	FILLER	TOTAL	Peso fracción : 500 Grs
2"	50.000						Grava : %
1 1/2"	37.500	37%	31.0%	30.0%	2.0%	100%	Arena : %
1"	25.000						Fino : %
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100 - 100	W natural : %
1/2"	12.500	54.86	100.00	100.00	100.00	83.30	80 - 100
3/8"	9.500	23.00	100.00	94.16	100.00	72.76	70 - 86
No.04	4.750	0.66	94.90	88.56	100.00	58.23	51 - 58
No.10	2.000	0.38	66.76	78.26	100.00	46.32	38 - 52
No.20	0.840	0.36	44.56	89.06	99.54	34.67	
No.40	0.425	0.36	25.92	41.44	96.86	22.59	17 - 28
No.60	0.180	0.36	15.24	7.86	96.00	9.18	8 - 17
No.100	0.150	0.38	10.30	6.34	96.74	7.17	
No.200	0.075	0.38	7.50	5.32	95.02	5.96	
<No.200							

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería y Planeación, Estudios y Consultoría

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP.** : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 3/4" **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

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

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 1,015.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHAT. Y ALARG.	% DE PART. CHAT. Y ALARG.	
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")	521.00	51.33	521.00	33	6.33	325
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	494.00	48.67	494.00	41	8.30	404
TOTAL		1,015.0	100.00				729

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

Reemplazando en la formula : $\frac{729.06}{100.00}$

% de particulas chatas y
alargadas promedio : 7.29 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Saneamiento y Obras de Infraestructura

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANÓSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
REGISTRO : RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI
CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 3/4" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

DETERMINACION DE PARTICULAS DE 01 CARA FRACTURADA

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 1,015.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 1 CARA FRACT.	% DE PART. 1 CARA FRACT.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Lj	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")	521.00	51.33	521.00	452.00	86.76	4,453
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	494.00	48.67	494.00	463.00	93.72	4,562
TOTAL		1,015.0	100.00				9,015

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

Reemplazando en la formula : $\frac{9,014.78}{100.00}$

% de particulas de cara
fracturada promedio : **90.15 %**

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Registro de Planificación, Supervisión y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 3/4" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

DETERMINACION DE PARTICULAS DE MAS DE 02 CARAS FRACTURADAS

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 1,015.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. MAS 02 CARAS	% DE PART. MAS 02 CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	LI X RI
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	
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")	521.00	51.33	521.00	312.00	59.88	3,074
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	494.00	48.67	494.00	339.00	68.62	3,340
TOTAL		1,015.0	100.00				6,414

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

FRACTURADAS PROMEDIO

Reemplazando en la formula : $\frac{6.413.79}{100.00}$

% de partículas de mas de 02
caras fracturadas promedio : **64.14 %**

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Suelos y Obras de Saneamiento y Construcción

ALFREDO ALARCON TATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

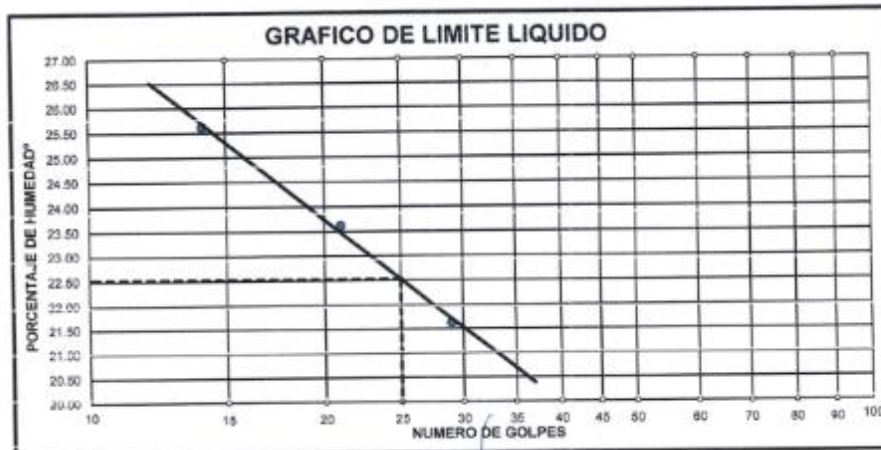
PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CADANILLAS **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : ARENA CHANCADA **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/23

LIMITES DE CONSISTENCIA
Malla N° 40 (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No. DE GOLPES	29	21	14		
01. No. DE GOLPES		29	21	14		
02. TARRO No.		32	33	35		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	26.33	27.79	27.12		
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.85	24.63	23.88		
05. PESO DEL AGUA	g	2.88	3.16	3.24		NP
06. PESO DEL TARRO	g	11.26	11.25	11.23		
07. PESO DEL SUELO SECO	g	12.39	13.38	12.65		
08. HUMEDAD	%	21.83	23.62	25.61		

L.L.=	22.52 %	L.P.=	NP	%	I.P.=	NP	%
--------------	----------------	--------------	-----------	----------	--------------	-----------	----------



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Regimen de Promoción, Estudios de Geotecnia y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

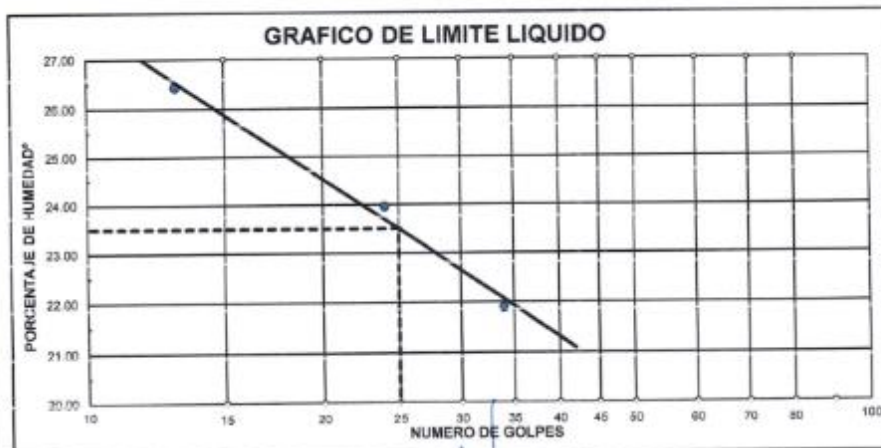
PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/23

LIMITES DE CONSISTENCIA

Malla N° 40 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No.	g	%	No.	g	%
01. No. DE GOLPES	34	24	13			
02. TARRO No.	8	9	10			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	50.97	53.89	55.21		
04. SUELO SECO * TARRO	g	47.20	48.99	50.12		
05. PESO DEL AGUA	g	3.77	4.90	5.09		
06. PESO DEL TARRO	g	29.98	28.54	30.87		NP
07. PESO DEL SUELO SECO	g	17.22	20.45	19.25		
08. HUMEDAD	%	21.89	23.96	26.44		
L.L.= 23.50 % L.P.= NP % I.P.= NP %						



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Formación, Educación, Laboratorio y Construcción

ALFREDO ALARCON KTAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

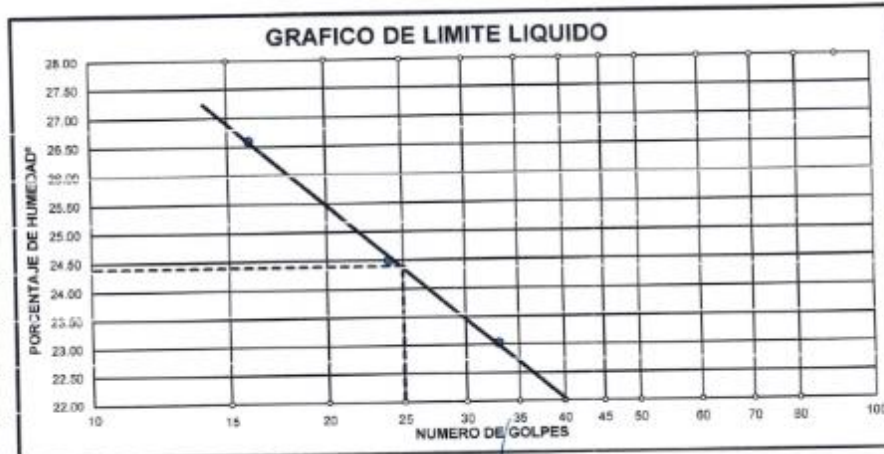
CANTERA : CADANILLAS **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : ARENA CHANCADA 3/8" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/23

LIMITES DE CONSISTENCIA
Malla N° 200 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	33	24	16		
01. No. DE GOLPES	33	24	16		
02. TARRO No.	4	5	6	27T	30T
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	30.43	34.57	34.64	13.64	15.84
04. SUELO SECO * TARRO g	26.84	29.98	29.74	11.83	13.69
05. PESO DEL AGUA g	3.59	4.59	4.90	1.81	2.15
06. PESO DEL TARRO g	11.25	11.24	11.32	4.23	4.56
07. PESO DEL SUELO SECO g	15.59	16.74	16.42	7.60	8.13
08. HUMEDAD %	23.03	24.49	26.60	23.82	23.55
L.L.=	24.39 %	L.P.=	23.68 %	I.P.=	0.71 %



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

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

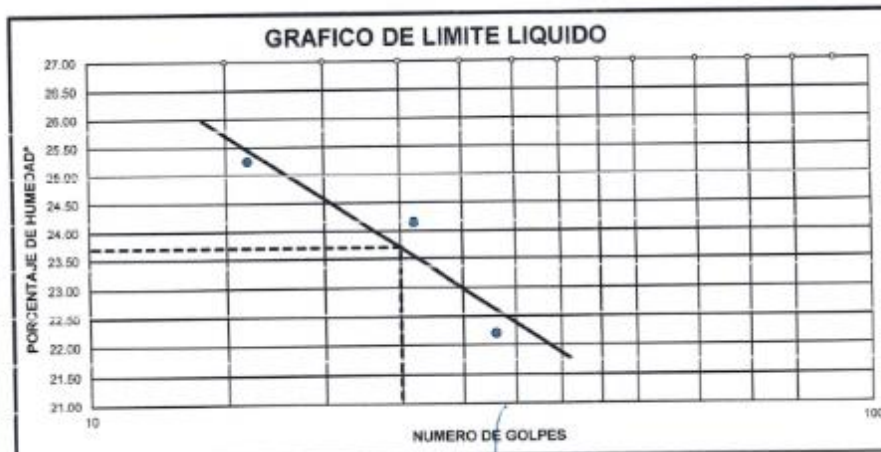
CANTERA : CADANILLAS **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : ARENA ZARANDEADA **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/23

LIMITES DE CONSISTENCIA
Malla N° 200 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No.	g	%	No.	g	%
01. No. DE GOLPES	33	26	16			
02. TARRO No.	16	17	18			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	25.87	25.75	30.41		
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.25	22.97	26.61		
05. PESO DEL AGUA	g	2.62	2.79	3.80		
06. PESO DEL TARRO	g	11.45	11.42	11.58		
07. PESO DEL SUELO SECO	g	11.60	11.55	15.55		
08. HUMEDAD	%	22.20	24.16	25.25		
L.L.=	23.70 %	L.P.=	NP %	I.P.=	NP %	



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

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATC
MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

**EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D 2419)**

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	12:45	12:47	12:49
Hora de salida	12:55	12:57	12:59
Hora de entrada	12:50	12:50	13:00
Hora de salida	13:16	13:18	13:20
Altura de nivel material fino	3.40	3.40	3.40
Altura de nivel arena	2.50	2.50	2.40
Equivalente de Arena	73.50	73.50	70.60

Equivalente de Arena Promedio: **72.5 %**

OBSERVACION:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Agencia de Estudios, Servicios Consultivos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATC
MUESTRA : ARENA CHANCADA **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

**EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D 2419)**

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	14:58	15:00	15:02
Hora de salida	15:08	15:10	15:12
Hora de entrada	15:09	15:11	15:13
Hora de salida	15:29	15:31	15:33
Altura de nivel material fino	3.80	3.70	3.90
Altura de nivel arena	3.10	3.20	3.30
Equivalente de Arena	81.60	86.50	84.60

Equivalente de Arena Promedio: **84.2 %**

OBSERVACION:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto y Puentes y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR 81732

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATC
MUESTRA : MEZCLA AGREGADO FINO **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

**EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D 2419)**

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	12:30	12:32	12:34
Hora de salida	12:40	12:42	12:44
Hora de entrada	12:41	12:43	12:45
Hora de salida	13:01	13:03	13:05
Altura de nivel material fino	4.10	4.00	4.10
Altura de nivel arena	3.30	3.30	3.20
Equivalente de Arena	80.50	82.50	78.00

Equivalente de Arena Promedio: **80.3 %**

OBSERVACION:

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

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 61732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP.** : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

DESGASTE DE ABRASION
ASTM C131, MTC E 207 (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")	2,510.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	2,509.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,019.0	3,826.00	1,193.00	23.77%

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Finanzas, Ambiente, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81782

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON ATAHUA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/09/2023

**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 SODIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	3.00 pm	31/08/23	01/09/23	18	10.00 am	11.00 am	0	1.28	29
2	3.00 pm	01/09/23	02/09/23	18	10.00 am	11.00 am	1	1.28	30
3	3.00 pm	02/09/23	03/09/23	18	10.00 am	11.00 am	2	1.29	29
4	3.00 pm	03/09/23	04/09/23	18	10.00 am	11.00 am	3	1.29	30
5	3.00 pm	04/09/23	05/09/23	18	10.00 am	11.00 am	4	1.30	30
6	3.00 pm	05/09/23	06/09/23	18	10.00 am	11.00 am	5	1.29	29

AGREGADO GRUESO

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 AN- TES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG	
11/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	40.00	900.00	5.95	2.38	
1/2"	3/8"	38.00	800.00	6.91	2.63	
3/8"	Nº 4	22.00	800.00	10.25	2.26	
TOTALES:		100.00				7.26

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Puentes, Estructuras, Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

PROYECTO : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : ARENA CHANCADA 3/8" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON ATAHUA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

**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	31/08/23	01/09/23	18	8.00 am	10.30 am	0	1.29	29
2	2.30 pm	01/09/23	02/09/23	18	8.00 am	10.30 am	1	1.30	28
3	2.30 pm	02/09/23	03/09/23	18	8.00 am	10.30 am	2	1.30	28
4	2.30 pm	03/09/23	04/09/23	18	8.00 am	10.30 am	3	1.29	29
5	2.30 pm	04/09/23	05/09/23	18	8.00 am	10.30 am	4	1.29	29
6	2.30 pm	05/09/23	06/09/23	18	8.00 am	10.30 am	5	1.29	28

AGREGADO FINO

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 AN- TES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
Nº 04	Nº 10	28.00	300.00	6.63	1.89	
Nº 10	Nº 20	32.00	300.00	8.04	2.63	
Nº 20	Nº 40	20.00	300.00	8.63	1.76	
Nº 40	Nº 80	10.00	300.00	9.36	0.96	
Nº 80	Nº 100	8.00	270.00	11.63	0.95	
TOTALES		96.00			8.19	

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Explotación, Estudios de Ingeniería y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

**ENSAYO MARSHALL
(ASTM D-1559, MTC E 504)**

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.76			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		28.20			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		28.20			
5	% filler		2.82	100.00		
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.80	6.70	6.80		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1191	1194	1193		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire	1193	1198	1195		
14	Peso de la Briqueta al agua	656.8	656.4	656.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	535.20	537.60	536.40		
16	Peso Unitario	2.225	2.221	2.224	2.223	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.335	2.335	2.335		
18	% Vacios	4.70	4.90	4.80	4.800	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betón		0.98		0.983	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1078	1082	1128		
21	Factor de Estabilidad	0.93	0.93	0.93		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1003	1008	1049	1019	Min. 815
23	Flujo (mm)	2.89	2.75	2.84	2.827	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.545	2.545	2.545		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.017	1.017	1.017		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.04	5.04	5.04		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.721	15.885	15.768	15.791	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	70.104	69.153	69.559	69.605	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	3469	3659	3694	3607.3	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Miembro de la Asociación Peruana de Ingenieros y Constructores
ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

**ENSAYO MARSHALL
(ASTM D-1559)**

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.90			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		28.05			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		28.05			
5	% filler		2.81			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1188	1192		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1190	1194		
14	Peso de la Briqueta al agua	662.2	659.4	661.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	529.80	528.60	530.30		
16	Peso Unitario	2.250	2.247	2.248	2.248	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.332	2.332	2.332		
18	% Vacios	3.90	3.80	3.60	3.667	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.91		0.908	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1371	1375	1432		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1316	1320	846	1161	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.45	3.46	3.63	3.613	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.560	2.560	2.560		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.252	1.252	1.252		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.33	5.33	5.33		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.243	15.336	15.323	15.301	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	77.039	76.526	76.506	76.690	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	3815	3815	2331	3320.2	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO KIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Sostratos, Lodos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

**ENSAYO MARSHALL
(ASTM D-1559)**

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1 % C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2 % Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.41			
3 % Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.90			
4 % Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.90			
5 % filler		2.79			
6 Peso Especifico del C.A.		1.02			
7 Peso Especifico del Agregado Grueso		2.498			
8 Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9 Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10 Peso Especifico de filler		2.220			
11 Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12 Peso de la Briqueta al Aire	1192	1196	1191		
13 Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1200	1193		
14 Peso de la Briqueta al agua	665.6	666.4	664		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.40	529.60	527.00		
16 Peso Unitario	2.264	2.262	2.260	2.262	
17 Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.334	2.334	2.334		
18 % Vacios	3.00	3.10	3.20	3.100	3.0 - 5.0
19 Relación Filler/Betún		0.84		0.843	0.60 - 1.30
20 Estabilidad sin corregir (Kg)	1205	1224	1202		
21 Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22 Estabilidad Corregida (Kg)	1157	1175	1154	1162	Min. 815
23 Flujo (mm)	3.82	3.79	3.92	3.843	2.0 - 4.0
24 Peso Efectivo de los agregados	2.565	2.565	2.565		
25 Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26 Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.637	1.637	1.637		
27 Contenido Asfalto Efectivo	5.48	5.48	5.48		
28 Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.152	15.240	15.320	15.237	Min. 14
29 Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.201	79.659	79.112	79.657	Min. 75
30 Relación E / F (Kg/mm)	3028	3100	2944	3024.1	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentación, Estructuras, Hidráulica y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

**ENSAYO MARSHALL
(ASTM D-1559)**

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1 % C.A. en peso de la Mezcla		7.50			
2 % Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.23			
3 % Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.75			
4 % Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.75			
5 % filler		2.78			
6 Peso Especifico del C.A.		1.02			
7 Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8 Peso Especifico de Gravela Chancada		2.483			
9 Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10 Peso Especifico de filler		2.220			
11 Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.60	6.70		
12 Peso de la Briqueta al Aire	1189	1183	1182		
13 Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1191	1185	1182		
14 Peso de la Briqueta al agua	657.2	658.8	651.9		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento	531.80	526.20	530.10		
16 Peso Unitario	2.236	2.248	2.230	2.238	
17 Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.338	2.338	2.338		
18 % Vacios	4.40	3.80	4.60	4.267	3.0 - 5.0
19 Relación Filler/Betún		0.79		0.787	0.60 - 1.30
20 Estabilidad sin corregir (Kg)	1104	1142	1127		
21 Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22 Estabilidad Corregida (Kg)	1060	1066	1082	1079	Min. 815
23 Flujo (mm)	4.10	4.25	4.28	4.210	2.0 - 4.0
24 Peso Efectivo de los agregados	2.611	2.611	2.611		
25 Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26 Porcentaje de Asfalto Absorbido	2.030	2.030	2.030		
27 Contenido Asfalto Efectivo	5.62	5.62	5.62		
28 Vacios de Agregado Mineral (VMA)	16.875	16.214	16.900	16.596	Min. 14
29 Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	73.613	75.563	72.781	74.319	Min. 75
30 Relación E / F (Kg/mm)	2585	2580	2528	2564.1	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Tránsito, Estructuras, Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. OIR 81732

**ENSAYO MARSHALL
(ASTM D-1559)**

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHU
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 31/08/2023

NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1 % C.A. en peso de la Mezcla		8.00			
2 % Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.04			
3 % Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.60			
4 % Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.60			
5 % filler		2.76			
6 Peso Especifico del C.A.		1.02			
7 Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8 Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.463			
9 Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10 Peso Especifico de filler		2.220			
11 Altura promedio de la Briqueta	8.50	8.60	6.70		
12 Peso de la Briqueta al Aire	1185	1176	1188		
13 Peso de la briquea mas parafina al Aire	1187	1178	1190		
14 Peso de la Briqueta al agua	653.2	647.1	652.8		
15 Volumen de la briquea por desplazamiento	531.80	528.90	535.20		
16 Peso Unitario	2.228	2.223	2.220	2.224	
17 Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.356	2.356	2.356		
18 % Vacios	5.40	5.60	5.80	5.600	3.0 - 5.0
19 Relación Filler/Betún		0.74		0.738	0.60 - 1.30
20 Estabilidad sin corregir (Kg)	1031	996	1046		
21 Factor de Estabilidad	0.96	0.93	0.93		
22 Estabilidad Corregida (Kg)	990	926	973	963	Min. 815
23 Flujo (mm)	4.42	4.57	4.52	4.503	2.0 - 4.0
24 Peso Efectivo de los agregados	2.659	2.659	2.659		
25 Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26 Porcentaje de Asfalto Absorbido	2.736	2.736	2.736		
27 Contenido Asfalto Efectivo	5.48	5.48	5.48		
28 Vacios de Agregado Mineral (VMA)	17.405	17.582	17.721	17.569	Min. 14
29 Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	68.974	68.149	67.270	68.131	Min. 75
30 Relación E / F (Kg/mm)	2239	2027	2152	2139.4	1700-4000

OBSERVACIONES:

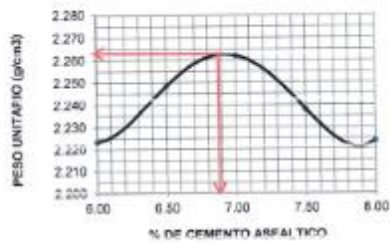
GEOTECNIA PUNO EIRL.
Agencia de Ingeniería, Estudios, Asesoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

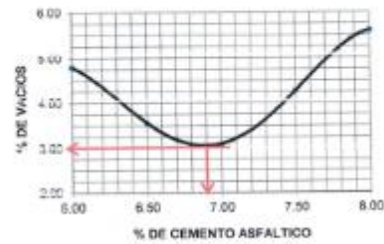
OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
 TFSISTA: RUSSELL CRISTIAN FRICK ZEJA MAMANI
CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS. :** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

GRAFICOS DE ENSAYO MARSHALL

PESO UNITARIO



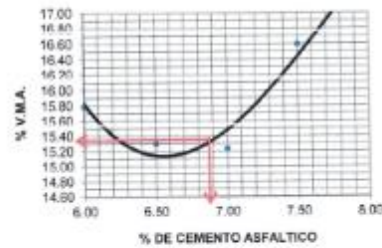
% DE VACIOS



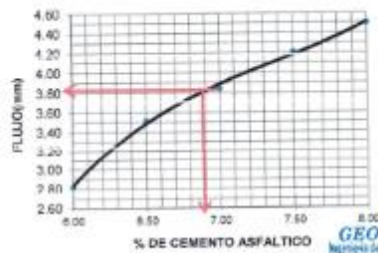
ESTABILIDAD



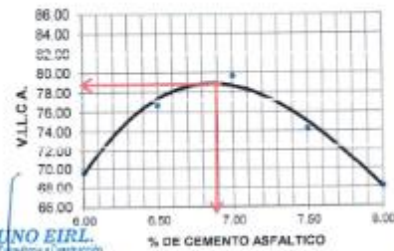
V.M.A.



FLUJO



V.L.L.C.A.



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Estudios Geotécnicos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

**ENSAYO MARSHALL (Verificacion)
(ASTM D-1559)**

OBRA : ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN JULIACA 2023
TESISTA: RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI

CANTERA : VARIOS **TECN. RESPONS. :** PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON ATAHUACHA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 31/08/2023

NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1 % C.A. en peso de la Mezcla		6.90			
2 % Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.45			
3 % Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.93			
4 % Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.93			
5 % filler		2.79			
6 Peso Especifico del C.A.		1.02			
7 Peso Especifico del Agregado Grueso		2.499			
8 Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9 Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10 Peso Especifico de filler		2.220			
11 Altura promedio de la Briqueta	6.57	6.62	6.58		
12 Peso de la Briqueta al Aire	1198	1197	1198		
13 Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1199	1199	1200		
14 Peso de la Briqueta al agua	667.8	668.7	668.8		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento	530.20	528.30	529.40		
16 Peso Unitario	2.280	2.266	2.263	2.263	
17 Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.340	2.340	2.340		
18 % Vacios	3.40	3.20	3.30	3.300	3.0 - 5.0
19 Relación Filler/Betón		0.855		0.855	0.60 - 1.30
20 Estabilidad sin corregir (Kg)	1170	1153	1182		
21 Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22 Estabilidad Corregida (Kg)	1123	1107	1135	1122	Min. 815
23 Flujo (mm)	3.90	3.80	3.80	3.833	2.0 - 4.0
24 Peso Efectivo de los agregados	2.566	2.566	2.566		
25 Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26 Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.683	1.683	1.683		
27 Contenido Asfalto Efectivo	5.33	5.33	5.33		
28 Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.245	15.011	15.117	15.124	Min. 15
29 Porcentajes De Vacios Llanos de C.A.	77.698	78.682	78.170	78.183	Min. 75
30 Relación E / F (Kg/mm)	2880	2913	2986	2926.3	1700-4000

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Puentes, Saneamiento y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

Anexo 8. Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos



AG4

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-015-2023
Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA DE ENSAYOS MARSHALL Y CBR			
Capacidad	5 000 kgf			
Dirección de carga	Ascendente			
FABRICANTE	METROTEST			
Modelo	MA-75			
Serie	160			
Indicador Digital (modelo // Serie)	HIGH WEIGHT//315-X6//0215478			
Celda de Carga (modelo // Serie)	SG-ST // J160927921			
Codigo Identificacion	NO INDICA			
Norma utilizada	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	2023/01/16			
FECHA DE EMISION	2023/01/16			
FIRMAS AUTORIZADAS	<p>Jefe de Metrologia Luigi Asenjo G.</p>  			

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-015-2023

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
			kN	kN	kN	kN	kN
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	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	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
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-015-2023

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 acce	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 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, 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 instrumentatos .

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrologia
Luiggi Azenjo G



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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CFT-024-2023**

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

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

Instrum. 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 : 2023-01-16

Fecha de Emisión : 2023-01-16

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 INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.


Código: 024
Jefe de Metrología

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

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



PATRONES DE REFERENCIA:

2

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Tacómetro	T's-0184-2023
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2023

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

Resultados de Medición:

	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm) 46.38 mm - 47.63 mm	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm) 46.38 mm - 47.63 mm	PROMEDIO (mm)	INCERTIDUMBRE (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	46.63	46.64	0.03
4	46.66	46.64	46.65	0.03
5	46.56 2022-06-01	46.55	46.56	0.03
6	46.74 2022-06-01	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) 390 g - 445 g ± 1g	INCERTIDUMBRE (g)
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	4995.38	

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA
Luigi A. Spina G.
Jefe de Metrología

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

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CFT-023-2023

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

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

Instrum. de Medición : CENTRIFUGA

Marca : PINZUAR

Modelo : PS-79-2

Serie : 116

Identificación : NO INDICA

Procedencia : COLOMBIA

Alcance máximo : 3600 RPM

Tipo: : Analógico

Fecha de Calibración : 2023-01-16

Fecha de Emisión : 2023-01-16

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lectura del indicador de la centrifuga y el tacómetro patrón.

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 está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Observaciones:

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


 Luis Alberto C.
 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

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Tacómetro	T's-0184-2023

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,8 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	54 %	55 %

Resultados de medición:

DATOS DE TIEMPO				
IND. DEL EQUIPO	TACÓMETRO PATRON (rpm)	INDICACION DE LA CENTRIFUGA (rpm)	ERROR DE INDICACIÓN (rpm)	INCERTIDUMBRE (rpm)
6	582.0	600	18	10
12	1174.0	1200	26	10
18	1784.0	1800	16	10
24	2380.0	2400	20	10
30	3023.0	3000	-23	10
36	3569	3600	31	10

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

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

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k).

Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Luigi A. ...
Jefe de Metrología

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-012-2023**

Expediente S-0167-2023

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 & Metrologia S.R.L.

Fecha de Calibración 2023-01-16

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 Metrologia



2023-01-16

Luigi Asenjo G.
Luigi Asenjo 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
FM001-01

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-012-2023

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-2023
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2023
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2023
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0932-LM-2023 // 0259-CLM-2023

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	2023-01-16
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.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-012-2023**

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



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



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-012-2023**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (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
- I 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	5000 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.



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

Anexo 9. Panel fotográfico



Agregado para la elaboración de muestras asfálticas



Selección de agregado para los ensayos



Juego de tamiz utilizado para seleccionar las muestras de los ensayos



Pesado de los agregados seleccionado por los tamiz



Proceso de secado de las muestras de agregados en horno



Ensayo de abrasión en maquina los ángeles



Asfalto PEN 120/150



Adición de nanosilíce en el proceso de mezclado para elaborar probetas



Compactación de la probeta



Extracción de la muestra asfáltica



Muestras de mezcla asfáltica en caliente con adición de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de nanosílice para realizar el ensayo de estabilidad y flujo Marshall



Inmersión de muestras asfálticas en caliente en baño maría para realizar ensayos de estabilidad y flujo Marshall.



Ensayo de estabilidad y flujo Marshall



Ensayo de estabilidad y flujo Marshall



Probetas ensayadas



Muestras con 0% de adición de nanosilice para ensayo de tracción indirecta



Muestras con 0.5% de adición de nanosilíce para ensayo de tracción indirecta



Muestras con 1% de adición de nanosilice para ensayo de tracción indirecta



Ensayo de tracción indirecta en muestra de 0%, 0.5% y 1% de adición de nanosilice en mezclas asfálticas en caliente



Muestras con 1.5% de adición de nanosilice para ensayo de tracción indirecta



Muestras con 2% de adición de nanosilice para ensayo de tracción indirecta



Ensayo de tracción indirecta en muestras de 1.5% y 2% de adición de nanosílice en mezclas asfálticas en caliente

Resultado de turnitin - plataforma TRILCE

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?ro=103&u=1068032488&u=1&lang=es&o=2422810788

feedback studio RUSSELL CRISTIAN ERICK ZELA MAMANI Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023 /100 1 de 58

Resumen de coincidencias
19 %
Se están viendo fuentes estándar.
Ver fuentes en inglés

Coincidencias

Número	Fuente	Porcentaje
1	hot Haroldo.net Fuente de Internet	8 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
3	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	2 %
4	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.upia.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	Norma Cristina Solarte... Publicación	<1 %
8	repositorio.ucandina.edu... Fuente de Internet	<1 %
9	dspace.ucoemica.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
10	Lesme Brun, Julio Gabr... Publicación	<1 %
11	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.utelup.edu... Fuente de Internet	<1 %
13	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
14	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.unsaac.edu... Fuente de Internet	<1 %

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de nanosilice en las propiedades físicas y mecánicas de mezcla asfáltica en caliente en Juliaca 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Zela Mamani, Russell Cristian Erick (orcid.org/0009-0004-3537-6718)

ASESOR:
Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ
2024

Página 1 de 48 Número de palabras: 12083 Versión solo texto del informe Alta resolución Actualizado 15:58 8/09/2024