



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño  
del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Chicasaca Mamani, Daniel Alberto (orcid.org/0000-0001-9730-5625)

Hidalgo Fonseca, Hans Christian (orcid.org/0000-0001-9579-5755)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, 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: "Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.", cuyos autores son HIDALGO FONSECA HANS CHRISTIAN, CHICASACA MAMANI DANIEL ALBERTO, 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, 01 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO <b>DNI:</b> 08644876 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 20-07- 2024 20:14:18

Código documento Trilce: TRI - 0784424



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, HIDALGO FONSECA HANS CHRISTIAN, CHICASACA MAMANI DANIEL ALBERTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DANIEL ALBERTO CHICASACA MAMANI <b>DNI:</b> 44897984 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9730-5625	Firmado electrónicamente por: DCHICASACA el 01-07-2024 18:23:26
HANS CHRISTIAN HIDALGO FONSECA <b>DNI:</b> 72480821 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9579-5755	Firmado electrónicamente por: HHIDALGOFO el 01-07-2024 15:46:22

Código documento Trilce: TRI - 0784425

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres, Alberto Chicasaca Quispe que me guía desde el cielo y a mi mamá Juliana Mamani Gutiérrez quien me ha seguido alentando constantemente por alcanzar todos mis objetivos. Porque sé todo el sacrificio que han realizado día a día para que cada uno de sus hijos pueda cumplir sus metas. A mis hermanos Sabina Chicasaca Mamani, Lino Alfredo Chicasaca Mamani, María Chicasaca Mamani, Juan Chicasaca Mamani, Fernando Chicasaca Mamani y José Carlos Chicasaca Mamani, por la paciencia, motivación y acompañamiento a lo largo de este arduo camino. Y a toda mi familia, amigos y compañeros que formaron partes de los cimientos de este gran paso profesional y personal.

Chicasaca Mamani, Daniel Alberto

Dedico esta investigación a Dios, que me ha brindado el conocimiento necesario para completar este proyecto. También, está dedicado al asesor del curso, quién fue la base e inspiración para la creación de este documento. Del mismo modo, está dedicado a mi familia, que me ha demostrado tanto amor y apoyo a lo largo de mi trayectoria académica y profesional.

Hidalgo Fonseca Hans Christian

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por sus bendiciones, por la guía y fortaleza a lo largo de este camino.

A mi asesor el ingeniero Tello Malpartida, Omart Demetrio por brindarme sus diferentes conocimientos desde su ámbito laboral, académico y así poder llevar a cabo el proceso de la carrera de pregrado y desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte por ayudarnos a adquirir diferentes conocimientos en estos años y brindarnos diferentes oportunidades a lo largo de esta carrera.

Chicasaca Mamani, Daniel Alberto

Expreso mi mayor y sincero agradecimiento a Dios, por bendecirme con salud, fortaleza y sabiduría en las sendas del aprendizaje. Así también, menciono al Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio, por brindarnos las pautas y sugerencias para el proceso de desarrollo del presente proyecto, Además, un agradecimiento importante a mi familia por ser la base para alcanzar mis aspiraciones.

Hidalgo Fonseca Hans Christian

## Índice de contenidos

Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad del los autores .....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA.....	16
III. RESULTADOS .....	39
IV. DISCUSIÓN.....	43
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES .....	47
REFERENCIAS .....	48
ANEXOS .....	52

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Parámetro de confiabilidad R</i> .....	13
<b>Tabla 2.</b> <i>Desviación estándar Zr</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> <i>Error estándar So</i> .....	13
<b>Tabla 4.</b> <i>Serviciabilidad inicial y final</i> .....	14
<b>Tabla 5.</b> <i>Detalle de los especímenes de cada indicador</i> .....	28
<b>Tabla 6.</b> <i>Densidad máxima seca</i> .....	29
<b>Tabla 7.</b> <i>CBR</i> .....	33
<b>Tabla 8.</b> <i>Módulo de resiliencia de suelo natural</i> .....	36
<b>Tabla 9.</b> <i>Módulo de resiliencia con mejoramiento</i> .....	36
<b>Tabla 10.</b> <i>Diseño de pavimento flexible – Método AASHTO 93</i> .....	37
<b>Tabla 11.</b> <i>Módulo de resiliencia con refuerzo</i> .....	38
<b>Tabla 12.</b> <i>Resultados de espesores con las geomallas biaxiales</i> .....	38
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados de espesores con las geomallas triaxiales</i> .....	38
<b>Tabla 14.</b> <i>Capacidad portante</i> .....	39
<b>Tabla 15.</b> <i>Densidad máxima seca</i> .....	40
<b>Tabla 16.</b> <i>Diseño estructural de pavimento flexible</i> .....	41

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Estructuración de un pavimento asfáltico</i> .....	11
<i>Figura 2. Bambú</i> .....	21
<i>Figura 3. Cortes de bambú</i> .....	21
<i>Figura 4. Geomalla biaxial</i> .....	22
<i>Figura 5. Geomalla triaxial</i> .....	22
<i>Figura 6. Localización del, Jr. Gloria Bamba</i> .....	23
<i>Figura 7. Ubicación de las calicatas</i> .....	23
<i>Figura 8. Calicata C1</i> .....	34
<i>Figura 9. Toma de la muestra C1</i> .....	24
<i>Figura 10. Calicata C2</i> .....	34
<i>Figura 11. Toma de la muestra C2</i> .....	24
<i>Figura 12. Calicata C3</i> .....	35
<i>Figura 13. Toma de la muestra C3</i> .....	25
<i>Figura 14. Cuarteo C1 – M1</i> .....	35
<i>Figura 15. Cuarteo C2 – M1</i> .....	25
<i>Figura 16. Cuarteo C3 – M1</i> .....	26
<i>Figura 17. Granulometría C1 – M1</i> .....	26
<i>Figura 18. Curva de granulometría C1-M1</i> .....	26
<i>Figura 19. Granulometría C2 – M1</i> .....	27
<i>Figura 20. Curva de granulometría C2 - M1</i> .....	27
<i>Figura 21. Granulometría C3 – M1</i> .....	27
<i>Figura 22. Curva de granulometría C3 - M1</i> .....	28
<i>Figura 23. Proctor modificado</i> .....	28
<i>Figura 24. CBR mezcla de suelo y geomalla</i> .....	29
<i>Figura 25. Compactación a una altura de 12cm</i> .....	30
<i>Figura 26. Geomalla biaxial a 12cm</i> .....	30
<i>Figura 27. Muestra biaxial</i> .....	41
<i>Figura 28. Muestra triaxial</i> .....	31
<i>Figura 29. Saturación geomalla biaxial</i> .....	31
<i>Figura 30. Saturación geomalla triaxial</i> .....	31
<i>Figura 31. Método Marshall geomalla biaxial</i> .....	32
<i>Figura 32. Método Marshall geomalla triaxial</i> .....	32
<i>Figura 33. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento</i> .....	34
<i>Figura 34. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento</i> .....	35
<i>Figura 35. Valores recomendados del coeficiente de drenaje</i> .....	35
<i>Figura 36. Tabla F2 ejemplos de EALs de diseño</i> .....	37
<i>Figura 37. Diagrama del CBR 95%</i> .....	39
<i>Figura 38. Diagrama de máxima densidad seca</i> .....	40
<i>Figura 39. Diagrama de diseño estructural de pavimento flexible</i> .....	41

## RESUMEN

- El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general, Demostrar de qué manera la geomalla de bambú influye en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra – 2024. El tipo de investigación es aplicada por propósito y por enfoque es cuantitativa, de nivel explicativa, el diseño de investigación fue del tipo experimenta y el subtipo es cuasi experimental, la población estuvo conformada por todas las vías urbanas con pavimentos flexibles del distrito de Puente Piedra, y la muestra fue 178 m de la subrasante del pavimento Jr. Gloria Bamba donde se realizaron 3 calicatas, y 63 especímenes para la evaluación de los indicadores. Los principales resultados obtenidos con la incorporación de la geomalla de bambú en la subrasante fueron, en la capacidad portante CBR se tuvo un suelo natural de 8,7%, el mejor resultado se logró al incorporar la geomalla biaxial ubicada a una profundidad de 7cm se logró incrementar el CBR al 12,7%, logrando mejorar en un 46% el CBR respecto al suelo natural. La densidad máxima seca se incrementó en 0.5% respecto al suelo natural alcanzando un valor de 1.898 g/cm<sup>3</sup> con la geomalla biaxial ubicado a 12 cm de profundidad y con respecto al diseño del pavimento flexible, se redujo el espesor de las capas de la siguiente manera; asfalto 5 cm, base 15 cm, subbase 30 cm, con la incorporación de geomalla biaxial a una profundidad de 7cm. Finalmente se opta por el uso de la geomalla biaxial a 7 cm de profundidad por considerar que la densidad máxima seca presenta variaciones mínimas en todos los especímenes por lo que la capacidad portante es un parámetro definitorio para la elección del diseño de pavimento flexible.

**Palabras clave:** Geomalla de bambú, biaxial, triaxial, propiedades de la subrasante.

## ABSTRACT

The general objective of this research work was to demonstrate how the bamboo geogrid influences the properties of the subgrade and design of the flexible pavement, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra – 2024. The type of research is applied by purpose and The approach is quantitative, explanatory level, the research design was of the experimental type and the subtype is quasi-experimental, the population was made up of all urban roads with flexible pavements in the district of Puente Piedra, and the sample was 178 m from the subgrade of the Jr. Gloria Bamba pavement where 3 pits were made, and 63 specimens were made for the evaluation of the indicators. The main results obtained with the incorporation of the bamboo geogrid in the subgrade were, in the CBR bearing capacity there was a natural soil of 8.7%, the best result was achieved by incorporating the biaxial geogrid located at a depth of 7cm. managed to increase the CBR to 12.7%, managing to improve the CBR by 46% compared to the natural soil. The maximum dry density increased by 0.5% compared to the natural soil, reaching a value of 1,898 g/cm<sup>3</sup> with the biaxial geogrid located at 12 cm depth and with respect to the design of the flexible pavement, the thickness of the layers of the following was reduced. manner; asphalt 5 cm, base 15 cm, subbase 30 cm, with the incorporation of biaxial geogrid at a depth of 7cm. Finally, the use of the biaxial geogrid at a depth of 7 cm is chosen because it is considered that the maximum dry density presents minimal variations in all the specimens, so the bearing capacity is a defining parameter for the choice of the flexible pavement design.

**Keywords:** Bamboo geogrid, biaxial, triaxial, subgrade properties.

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo socioeconómico del distrito requiere que las vías estén en buen estado, para el intercambio de comercio con los distritos aledaños. El hombre ha inventado diversos diseños de construcción y mejorando sus propiedades, con la finalidad de obtener un suelo reforzado mediante fibras naturales con mayor resistencia. Desde un punto general las carreteras en Estados Unidos, Rhode Island se determinaron un gran aumento de transporte vehicular, como remolques, camiones entre diferentes tipos de vehículos pesados, consecuentemente, estos problemas provocan un aumento masivo en los daños de las vías importantes de este país; por lo siguiente el estado posee complicaciones al momento de efectuar un adecuado mantenimiento del pavimento de las respectivas carreteras. El problema mencionado se podría mejorar utilizando materiales naturales y ecológicos para la rehabilitación del pavimento como las geomallas de bambú (Kang-Won, Kathleen y Syed, 2017). Así mismo, la investigación elaborada en Colombia, departamento de Tolima están referidos en los diseños de pavimentos, los ensayos realizados evidencian que la geotecnia y el estudio de tránsito establecen que los valores relevantes en la concentración del diseño estructural de pavimento, menciona trabajar con buenos materiales de primera calidad para que no cuenten con ningún inconveniente; puntualizando ciertos elementos que organizan para la mejora de una vía al servicio de tránsito, accediendo la transitabilidad de los vehículos pesados y carga baja, ofreciendo una prestación de camino adecuado, confiable, raudo y seguro (Ospina, 2019). En el ámbito nacional Áncash, la necesidad de vías de comunicación que conecten los principales centros urbanos de las ciudades ha aumentado debido al rápido crecimiento masivo de las ciudades y al escaso espacio adecuado para obras viales. El gobierno se vio obligado a la construcción de vías en áreas inadecuadas que se vieron afectados con el tiempo y encontrándose en condiciones deterioradas, conforme a la crecida del movimiento vehicular, la subrasante experimenta una mayor carga vertical por las ruedas de los vehículos, provocando el agrietamiento, fisura y deformación en el pavimento flexible, el uso de geomalla necesita un método diferente a la tradicional (Kari y Olortegui, 2019). La realidad actual en el jirón Gloria Bamba

Distrito de Puente Piedra es sumamente preocupante, la mayor parte del pavimento se encuentra en un mal estado. Las autoridades del Distrito no toman cartas en el asunto, teniendo en cuenta la incomodidad de los ciudadanos aledaños, ya que por esta carretera transitan a diario vehículos como moto, camionetas y combis, en la cual se produjo una falla por la falta de grosor de la carpeta asfáltica produciendo baches y disgregación progresiva del asfalto en la mayor parte de la pavimentación, por lo que los vecinos aledaños tratan de tapar esos huecos con materiales excedentes de una vivienda.

Es por ello que en esta investigación se ha planteado como problema general: ¿De qué manera la geomalla de bambú influye en las propiedades de la subrasante y en el diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra – 2024? Así también los problemas específicos son: i) ¿De qué manera la geomalla de bambú influye en la capacidad portante de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra – 2024?, ii) ¿De qué manera la geomalla de bambú influye en la densidad máxima seca de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra – 2024? Y final mente iii) ¿De qué manera la geomalla de bambú influye en la subrasante influye en el diseño de la estructura del pavimento flexible, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra – 2024?

La justificación teórica del estudio de la infraestructura del pavimento es conocer si los métodos de diseño están principalmente basados en la dimensión del estrato dado. Formando la capa estructural de la cobertura. La carga de tráfico terrestre es transformada en tensión interna, estas aceras deben ser asimiladas por la estructura. La geomalla es un elemento de última generación gracias a las rejillas de plástico y elaboradas de bambú que se implementan logrando generar un estándar adecuado a la estructura de la pavimentación. La justificación práctica de la geomalla de bambú cuenta con un carácter físico y mecánico de muy buena calidad porque de esta forma la geomalla no impone ninguna restricción permitiendo la fusión de capas adyacentes, el material de revestimiento prolonga su vida útil funcionando mejor, cumpliendo con una mayor resistencia en el pavimento colocado y mejorando la estabilidad del suelo. La justificación metodológica para la elaboración de la investigación contaremos con una serie de

ensayos, donde determinaremos las características físicas, todos acompañados con los procedimientos científicos, ya obteniendo la confiabilidad y validez se podrá realizar otras investigaciones que amplíen el conocimiento de las propiedades que tiene el bambú y su aplicación en todos nuestros centros de investigación del país. La justificación social mejora el estudio del pavimento con la geomalla de bambú en las propiedades y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, en el distrito de Puente Piedra, nos permitirá determinar si la geomalla de bambú es eficaz para el perfeccionamiento de la subrasante y diseño de pavimento flexible, con lo cual su implementación sería de gran importancia ya que reduciría los costos y generaría implementación de recursos de la zona con lo que no solo se fomenta mejorar la pavimentación eficiente de la zona sino que incrementaremos el dinamismo económico, o si, por el contrario, su contribución no genera ninguna mejora económica y de rendimiento en la subrasante y diseño de pavimento flexible.

Esta investigación tiene como objetivo general: Demostrar de qué manera la geomalla de bambú influye en las propiedades de la subrasante y en el diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024. De tal manera que los Objetivos específicos son: i) Demostrar la influencia de la geomalla de bambú en la capacidad portante de la subrasante en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024, ii) Demostrar la influencia de la geomalla de bambú en la densidad máxima seca de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024 y finalmente iii) Demostrar la influencia de la subrasante con la geomalla de bambú en el diseño de la estructura del pavimento flexible, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.

Como antecedentes establece Yupanqui (2019), diseño con botellas plásticas de materiales reciclados una fibra con el espesor de 2mm a 4mm para la elaboración de geomallas, trenzando 8 fibras logrando una solidez promedio 40kg y fue instalado en la subrasante cubriendo con una capa de 20cm de material afirmado. Realizando un ensayo con la viga Benkelman en el pavimento acabado, aplicando una metodología pre experimental. Después del ensayo realizado se logró ver un incremento en su capacidad estructural. Concluyendo que la geomalla con botellas

recicladadas tiene una excelente capacidad en pavimentos logrando mejorar con la malla uniaxial 1.14%, biaxial 13.05% y multiaxial 16.26%.

Según Aguado (2020), sugirió en su estudio utilizar geomallas triaxiales para aumentar la estabilidad de los suelos blandos, reducir el coste de los pavimentos típicos y aumentar la vida útil de los pavimentos flexibles. El planteamiento es exploratorio y práctico. El asentamiento humano del distrito de Ventanilla, Virgen de las Mercedes, constituye la población. La geomalla triaxial utilizada en los pozos de ensayo y estudios de tráfico mejoró la flexibilidad del pavimento al aumentar su resistencia y reducir el Axial en 103000 en 17,5 cm en las capas granulares. Por último, al disminuir el espesor del pavimento flexible en un 30% para la base y en un 33,33% para la subbase, la geomalla triaxial alarga la vida útil del pavimento.

Montalvo (2021), sugirió en su estudio determinar efecto del uso de geomalla biaxial sobre la estabilidad del suelo arenoso que refiere al CBR de la subrasante. El método que se logró utilizar en la investigación es experimental y transversal. La herramienta que se logró utilizar para la recolección de fichas es la información y exploraciones bibliográficas. La muestra consta del trayecto de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla. El resultado arrojó una comparación con el CBR del subsuelo sin incorporar la geomalla, al colocar el refuerzo de geomalla de dos capas y con refuerzo de geomalla de tres capas. Las cuales teniendo un suelo natural 10,3% y con la instalación de geomallas tubo una mejora de CBR 11,8%, 17,9% y 12,0% respectivamente. Estos resultados les permiten determinar la conclusión, que al colocar una geomalla a nivel de subrasante genero aumento porcentual en la producción de CBR en comparación con la producción subrasante sin geomalla. El aumento es del 1,5% para una capa de geomalla y del 7,6% se logró para la instalación de dos capas de geotextil y 1,7% para la colocación tres mantos. Al incorporar la geomalla de tres capas, implica la ampliación del porcentaje disminuyendo la medida que se genera al reducir la influencia entre la muestra de suelo natural y mediante la incorporación de las geomallas con diferentes capas el suelo mejora su capacidad portante.

Mohammed (2020), cuyo estudio tuvo como objetivo apreciar la perfección del desplazamiento portante de la capa subrasante a partir de la colocación de geomalla como refuerzo del pavimento. La población de la escuela secundaria del pluriétnico de la Municipalidad de Carurú, del departamento de Vaupés. De acuerdo al resultado obtenido, las geomallas triaxiales ofrecen un gran aporte en la capa estructural de la subrasante por el aislamiento del material que se originan en los agrietamientos y disminuyendo moderadamente las fallas por deslizamiento lateral, del mismo modo, se aplicaron cargas cíclicas con un incremento de carga lineal que tardó 1,3 segundos en completarse, aumentando de 2,2 KN a 40 KN. Durante este tiempo, se midió la profundidad de la ranura superficial y las tensiones verticales. Se anotaron la profundidad del surco superficial y las tensiones verticales. Las conclusiones del estudio demuestran que la formación de surcos se redujo cuando se añadieron ambos tipos de geomallas al pavimento flexible. Además, la geomalla triaxial ejerció menos presión que tanto la geomalla no reforzada como la reforzada. Además, la adición de geomallas redujo la  $\epsilon$  de la tapa en un 6% con la geomalla biaxial y en un 7% con la geomalla triaxial. Además, se demostró que el uso de geomallas aumenta la cifra de aplicación del peso en el componente de 1,5 a 7,5 para el mismo nivel de formaciones de surcos.

Según Díaz (2020), tuvo como objetivo de este proyecto utilizar cemento, cal geotextil y geomallas para estabilizar suelos cohesivos. Se empleó el espesor del pavimento como variable de respuesta. Las propiedades físicas con (límite líquido, límite plástico, índice plástico), para el CBR se necesita las compactaciones realizadas. Utilizando la norma RNE Y MTC-2014 para el procedimiento y características mediante el ensayo del laboratorio con la muestra que se logró extraer del terreno. Con la incorporación de cal 6%, 4%, 2% y 0%, así como la adición del cemento en la misma proporción de cemento, se estabilizaron dos tipos de suelos. Sobre la base de los cuatro resultados de cada muestra (C-1 y C-4), el porcentaje ideal de cemento y cal se define en el 4% y el 3%, lo que condujo a una reducción de diseño del pavimento flexible base 15,38% y subbase 36%. El espesor de la capa de base de geotextil tejido se reduce al 19,23% cuando se utiliza refuerzo de geomalla biaxial y triaxial. El espesor de la capa base de la subbase también se reduce en un 28%.

Abbas, Mohammed, Al-Saadi y Abbas (2020), objetivos principales del estudio es obtener resultados que otorga al utilizar la geomalla (tensar ss) en el refuerzo. Los pavimentos flexibles tradicionales se construyen sobre superficies de carreteras débiles. Determinando dos ubicaciones óptimas para la integración de sistema de pavimento con geomalla utilizando condiciones de carga constante al cambiar la posición de la geomalla. Como resultado este proceso reveló el efecto de las geomallas en la tipología de la faceta del pavimento, disminuyendo la deformación por corte longitudinal y transversal de las capas no conectadas. Concluyendo que se puede mejorar el rendimiento de la carretera colocando una capa de geomalla en el tercio superior de la capa y en la segunda capa requiriendo una interfaz de subrasante para que se logre la estabilidad estructural.

Mohammed, Alvarez y Bermúdez (2020), Estudio relativo de la aplicación de geomallas biaxiales con elementos que puedan afianzar el pavimento asfaltado. El objetivo de la investigación es calcular los materiales del diseño del pavimento usando geosintéticos incluidos en la geomalla utilizando un sistema para lograr establecer la calidad de los atributos y realizar dos diseños según la metodología AASHTO-93. Es, por un lado, convencional y, por otro, obtenida con elementos de refuerzo de geomalla biaxial. Esto incluye el desarrollo y avance de los materiales geosintéticos en el segmento de la construcción, dando como resultado las propiedades y partes de los elementos antes mencionados conducentes a la obra de proyectos viales. En el diseño del pavimento flexible tuvo como resultados una estructura de 45 cm las cuales son, subbase 20 cm, base 20, superficie asfaltico 5 cm, consiguiendo una reducción de 17 cm respecto al pavimento convencional.

Hu, et al (2022), Este estudio se centró en analizar las propiedades mecánicas del refuerzo de bambú y los efectos de su uso en la subrasante de mezcla suelo-roca en zonas montañosas. Además, se evaluaron las características de interfaz de la rejilla de bambú uniaxial/biaxial en dicha mezcla. El objetivo principal fue promover el uso de esta red en estas zonas. Además de eso, se ha determinado que su resistencia a la tracción promedio es de 236,01 MPa. Asimismo, es importante resaltar que el refuerzo de bambú tiene características importantes en cuanto a

corte y flexión. El uso de una rejilla de bambú uniaxial produce una curva de extracción que suaviza las tensiones. En relación a la rejilla de bambú biaxial, se puede observar que la presencia de una fuerza de compresión provoca que su curva de extracción se endurezca por deformación.

Ogunkunbi and Jimoh (2019), Diseño y análisis económico de pavimentos flexibles sobre subrasantes de geosintéticos reforzados. En este estudio, investigamos el efecto del refuerzo de geomalla sobre las propiedades mecánicas de áreas poco reforzadas. Superficies de carreteras en términos de su ubicación adecuada en las estructuras viales y su impacto en los costos de desarrollo. La estructura del pavimento fue diseñada para tránsito liviano, mediano y pesado utilizando tres métodos de diseño con mejoras de subrasante. Los correspondientes beneficios de costos relativos también se determinaron con base en la reducción del espesor del pavimento. Los resultados del diseño demuestran que las geomallas son un factor clave en la reducción del espesor del pavimento, ya que las geomallas ahorraron entre un 13% y un 67% en el espesor del pavimento para todos los métodos de diseño de pavimento utilizados.

Tapia (2023), La finalidad del proyecto fue calcular el efecto de la geomalla biaxial sobre una subrasante de pavimento flexible en Calle 3, un área urbanizada de Puente Piedra, Las Vegas. Se aplicaron diseño cuasiexperimental, nivel de correlación y enfoques cuantitativos. La población consta de tres pozos y la muestra es el pozo con peor suelo. La muestra es no probabilística y el equipo utilizado para recolectar los datos incluye: Esto incluye observaciones, justificación de variables, hojas de datos técnicos y pruebas. Esto aumentó el CBR a  $6,3 \pm 2,1$  para la muestra estándar, y la densidad máxima de la prueba Proctor también aumentó a  $2,036 \text{ g/cm}^3$  para la muestra estándar. El volumen de muestra aumentó hasta  $2.042 \text{ g/cm}^3$ , incluyendo la segunda capa de geomalla, y el coste final tuvo que reducirse en S/min. 130,624.45 y S/. 134,410.15 para S/ subsuelo y subsuelo no reforzado. 91,920.91 y S/101,715.79 Al incluir la geomalla en las tres primeras capas del subsuelo, se concluye que la geomalla biaxial mejoró el subsuelo del sitio.

Ravindran, et al (2019), En el presente estudio, se llevaron a cabo pruebas de modelos de laboratorio para evaluar el asfalto y la carga cíclica sobre subbases compuestas de cenizas volantes de diferentes espesores colocadas sobre una subrasante de arena. Se implementaron diferentes variantes de subbase incorporando debajo de ella una geomalla basal de bambú, con el fin de reforzarla. Además, se examinaron las opciones de utilizar geoceldas de bambú con y sin una geomalla basal de bambú simple para fortalecer aún más la subbase. Durante las pruebas de carga cíclica, se observó una disminución significativa en las deformaciones cíclicas y permanentes en los modelos reforzados en comparación con los modelos no reforzados. Se logró una reducción del 44 % en la deformación cíclica y una reducción del 35 % en la deformación permanente mediante el uso de una subbase de cenizas volantes reforzada con un cojín de geocelda de bambú y una geomalla de bambú simple.

La teoría de la geomalla de bambú. El bambú es una planta leñosa perenne que se caracteriza por su tallo largo, delgado y hueco, conocido como culmo o caña herbácea, (Cruz, 2009). El bambú se encuentra en diversas partes del mundo existiendo 1300 variedades, desde Asia, África hasta América que cuenta con 500 variedades. En la amplia variedad de la especie de bambú lográndose encontrar al nivel del mar en los departamentos del Perú obteniendo importancia tanto ecológica como económica, ya que el bambú se utiliza en diversas aplicaciones, como la construcción sostenible, la artesanía y la agricultura, (Riaño, 2002). El hecho que el bambú tenga un corto periodo vegetativo es una de las razones clave por las cuales es una planta tan atractiva el cual alcanza una altura promedio de 12 metros en cual logra obtener esa altura en 6 años, (INBAR, 2014).

El bambú cuenta con diversas variedades y dureza por el alto contenido de fibra lo que hace que sea tenaz en la tracción y flexión. Pero también tiene desventajas con relación a su durabilidad, su mal manejo y vulnerable a hongos. El refuerzo admisible del bambú en la flexión con 5Mpa, tracción paralela 16Mpa, compresión paralela 13Mpa, por corte 1Mpa y por compresión perpendicular 1.3Mpa (Juárez, 2020).

El método AASHTO 93 se fundamenta en un estándar avanzado para el cálculo de volumen en el rendimiento de la carretera, el peso de los vehículos y la tenacidad de la capa subrasante. La intención del proyecto es modelar el cálculo estructural solicitado, del cual determinará el conjunto de los espesores requeridos para cada estructura de los pavimentos flexibles. Los espesores requeridos se deberán de colocar en las calzadas para que logre aguantar el peso de los vehículos durante el periodo que se diseñó el proyecto determinado (MAN\_7SGGP-2014).

Actualmente se manejan dos normas para la elaboración de clasificación de suelos el método (SUCS) y AASHTO es la descripción del diseño de las carreteras utilizándose para los tipos de suelos más específicos como la textura del suelo y el grado de plasticidad (Muelas, 2012).

La especificidad reológica del asfalto o alquitrán depende la dosificación de sus componentes, que está pendiente del petróleo crudo. El comportamiento reológico posee una gran influencia sobre la característica del asfalto y la dosificación de agregados. Para lograr obtener las características del asfalto, realizando medidas de viscosidad a una temperatura muy alta, la propiedad idónea de un asfalto debe ser duradera, capaz de resistir el desgaste causado por el tráfico, estabilidad térmica, resistente al agua y sobre todo la flexibilidad adaptándose a la deformación menor y permanente sin sufrir ningún agrietamiento en el pavimento (Cárdenas y Fonseca, 2009).

El comportamiento del asfalto varía de acuerdo al clima, manteniendo sus propiedades flexibles a baja temperatura convirtiéndose en un líquido adherente en temperaturas altas. La mezcla del asfalto a bajas temperaturas forma un material duro llevándose a romper sin observar alta temperatura. Existen dos estados para la habilitación de las propiedades visco elásticas por ello tener en consideración la temperatura del pavimento a la hora de crear el proyecto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

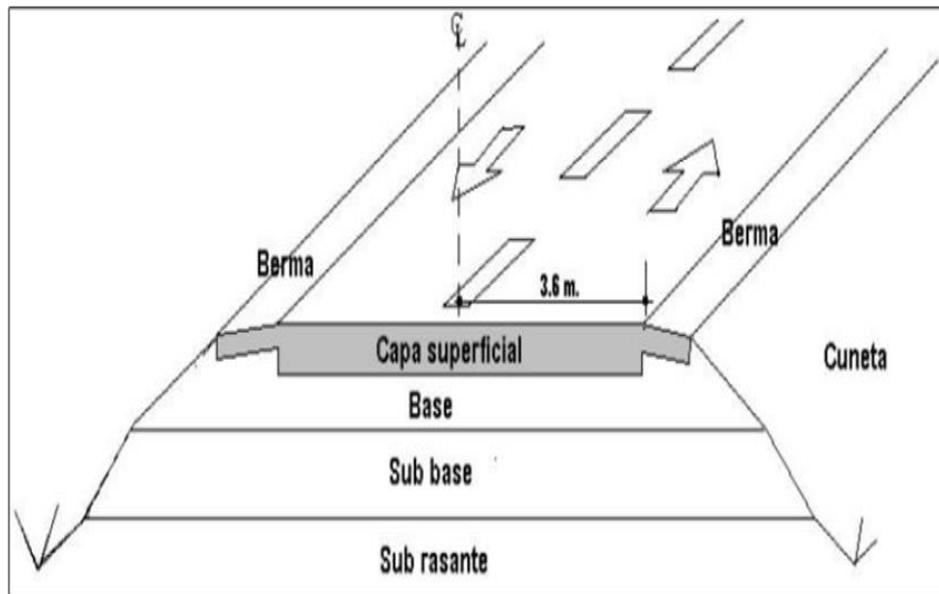
Las características del bambú estructural son las siguientes. El bambú cuenta con una humedad estructural que coincide con el contenido húmedo de la medida del

sitio. La estructura del bambú posee una estabilidad natural y está adecuadamente protegido de las influencias externas (humo, humedad, insectos, hongos, etc.). El miembro estructural del bambú no debe tener ninguna alteración axial inicial de más de  $0,33^\circ$  de longitud del miembro. La inclinación de los elementos estructurales de bambú no debe ser superior al 1,0%. Los miembros estructurales de bambú deben estar libres de grietas circunferenciales en los nodos y grietas longitudinales a lo largo del eje neutro del miembro. El bambú con grietas en al menos el 20% de la longitud del tronco se considera inadecuado para la construcción. Los componentes estructurales de bambú deben estar libres de agujeros causados por la infestación de carcoma antes de su uso (Norma E.100,2006, p. 5).

La subrasante es una de las capas fundamentales encontrándose debajo de base del pavimento que a menudo se pasa por alto pero que desempeña un papel crítico a largo plazo de la carretera. En la pavimentación se realizan ciertos ensayos como el CBR que se realiza con el propósito de establecer la tenacidad u obtener las capacidades del soporte del material granular y no granular como se podría encontrar en la subrasante, base, subbase o afirmado; por lo que es importante en el diseño de firmes de carreteras, rígidas o flexibles, y en la construcción de caminos rurales. Asimismo, se puede representar como una relación porcentual entre dos resistencias, primero la firmeza del suelo a través del cual puede penetrar 0.1 pulgada por un pistón con una sección transversal de 3 pulgas, teniendo 1000psi ya que se tiene la resistencia del patrón (Ramírez e Hincapié, 2018).

En los países tropicales, La clasificación de la subrasante especifica la categoría, al obtener el CBR como resultado se elabora el diseño de pavimento flexible especificando la altura de cada capa. La capacidad del suelo de subrasante para soportar peso es un factor clave para determinar el espesor del pavimento. Para determinar el CBR, se logra compactar los especímenes de la superficie específicas incluso la densidad máxima más alta y la inclusión de húmeda ideal para el carácter de la condensación proporcional del material de suelo (Katte, Mfoyet, Manefouet, Wouatong y Bezeng, 2019).

La pavimentación asfáltica reside en el estrato bituminoso llamada capa asfáltica, generalmente está sostenida por dos capas flexibles: una base y un contrapiso. Este recubrimiento es económico de aplicar inicialmente y tiene una duración de 10 a 15 años, pero es necesitando un mantenimiento regular para obtener su vida útil completa (Monsalve et al, 2012).



*Figura 1.* Estructuración de un pavimento asfáltico

La función en cada capa del pavimento asfaltado en subrasante granular es un estrato de conversión, como se indica en la figura 1. Una subrasante planteada adecuadamente evita que el sustrato penetre en el material de la subrasante, al mismo tiempo que interviene a manera de tamiz hacia la sub rasante y previene la penetración de la subrasante. De la propagación. Contaminado y degradado por partículas microscópicas debajo de la superficie. Su calidad. Deformación reducida: algunos de los cambios de volumen en el sustrato, típicamente debidos a variaciones en el contenido de humedad (deformación) o variaciones en la temperatura externa, son absorbidos por la base que es parte de la estructura del pavimento flexible, evitando que estas deformaciones se reflejan en la parte estructural de la carpeta de rodadura. La resistencia de la subestructura debe soportar las cargas transferidas por el peso de los carros a través de la capa superior y al nivel de subestructura correspondiente. La función principal de la base del pavimento granular es proporcionar un elemento elástico que transfiere el peso

de los tráficos con suficiente resistencia a la sub base y a la subrasante. Para pavimentos de carreteras asfálticas: Los pavimentos de carreteras deben de facilitar una faceta uniforme y firme para el tráfico, teniendo la estructura y coloración apropiada por lo que debe de reprimir las consecuencias de la abrasión del tráfico. Su tenacidad a la tracción perfecciona las capacidades estructurales del revestimiento. Si la permeabilidad es baja, se necesita evitar la incorporación de agua en la superficie de la carretera (Monsalve et al, 2012).

El método de diseño AASHTO, proporciona un marco solido combinando datos de tráfico, propiedades del suelo, y consideraciones climáticas. Este enfoque permite desarrollar pavimentos que cumplan con los estándares de durabilidad a lo largo de su vida útil. Para determinar la ecuación siguiente (AASHTO, s.f).

Número estructural.

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

Fuente: AASHTO 93 – Guía para el diseño de estructuras de pamento.

**El parámetro de confiabilidad “R”:** En este procedimiento, la fiabilidad es un margen de error referencial y tiene como objetivo alcanzar un grado de fiabilidad en los cálculos del espesor total de la estructura. Esto garantiza que las distintas opciones estructurales seleccionadas serán duraderas durante el periodo de diseño especificado. En el algoritmo de cálculo, este parámetro se relaciona con la desviación estándar  $Z_r$  y el error normal  $S_o$ , los cuales se asignan teniendo en cuenta los efectos o errores en la estimación del tránsito. El nivel de confiabilidad que se elija para el diseño determinará los valores de variación en la predicción del comportamiento del pavimento ( $S_o$ ) y los valores de desviación estándar ( $Z_r$ ). Ya que estos valores varían según las condiciones específicas (AIM, 2022, p. 12).

**Tabla 1. Parámetro de confiabilidad R**

Clasificación funcional	Grado de confiabilidad conveniente	
	Rural	Urbano
Autopistas interestatales y otras	80 - 99.9	85 - 99.9
Arterias principales	75 - 95	80 - 99
Colectoras de tránsito	75 - 95	80 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO 93 - Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

**Tabla 2. Desviación estándar Zr**

Confiabilidad R (%)	Zr	Confiabilidad R (%)	Zr
50	-0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

Fuente: AASHTO 93 - Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

**Tabla 3. Error estándar So**

Caso de análisis	Error estándar combinado	
	Pavimento rígido	Pavimento flexible
	0.30 - 0.40	0.40 - 0.50
Contemplando la varianza del tránsito futuro	0.39	0.49
Sin contemplar la varianza del tránsito futuro	0.34	0.44

Fuente: AASHTO 93 - Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

**Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI):** Se considera como un parámetro clave que representa la diferencia en el índice de serviciabilidad del pavimento entre el estado inicial tanto como el estado final durante el periodo de diseño. Este indicador mide la capacidad

del pavimento para brindar un servicio satisfactorio a los usuarios, asegurando la funcionalidad del pavimento durante toda su vida útil (AIM, 2022, p. 14).

**Tabla 4. Serviciabilidad inicial y final**

Tipo de carretera	Índice de serviciabilidad del pavimento			
	Rígido		Flexible	
	$P_i$	$P_f$	$P_f$	$P_f$
Principal	4.5	2.5	2.5	2.5
Secundaria		2.0		2.0
Condición de falla		1.5		1.5

Fuente: AASHTO 93 - Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

**Módulo resiliente de la subrasante:** La capacidad de la subrasante es crucial para determinar la resistencia estructural del pavimento utilizando el CBR obtenido del laboratorio para trabajar con el método AASHTO, logrando realizar una subrasante con mejor resistencia soportando las cargas vehiculares (AASHTO, s.f).

$$MR_{ste} = 2555 * CBR^{0.64}$$

Fuente: Fuente: AASHTO 93 – Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

En donde:

CBR = Resistencia de diseño de la subrasante en (%).

MRste = Módulo resiliente de la subrasante (PSI).

**Tránsito de diseño:** Estudia el volumen del tráfico para el carril de diseño y se optimiza la lista refiriendo al daño que realiza un eje estándar de dos ruedas (AIM, 2022, p. 15).

#### Determinación de espesores. Cálculo de SN suministrado

$$SN^X = \sum_{i=1}^n H_i * a_i * m_i$$

Fuente: AASHTO 93 – Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

En donde:

N = Número de capas

$H_i$  = Espesor capa  $i$

$A_i$  = Coeficiente de aporte estructural capa  $i$

$M_i$  = Coeficiente de drenaje capa  $i$

Cumplimiento de SN.

*si  $SN_x \cong SN$  la estructura propuesta cumple*

Fuente: AASHTO 93 – Guía para el diseño de estructuras de pavimento.

Es por ello que la investigación cuenta con hipótesis general: La geomalla de bambú influye positivamente en las propiedades de la subrasante y en el diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024. Así también las hipótesis específicas son: i) La instalación de geomalla de bambú influye en la capacidad portante de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024, ii) La instalación de geomalla de bambú influye en la densidad máxima seca de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024, y finalmente iv) Las propiedades de la subrasante con la geomalla de bambú mejorando el diseño de la estructura del pavimento flexible en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.

## II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación aplicada se utiliza al mundo natural con el objetivo de encontrar soluciones a problemas. Se llama investigación aplicada porque se basa en investigaciones básicas y fundamentales en el campo de estudio. La ciencia formal o sustantiva, la exploración o hipótesis se propone en determinar encontrar soluciones a inconvenientes que surgen repetidamente en diversas diligencias fructíferas en la sociedad (Esteban, 2018, p. 3). Por lo que el estudio nos ofrece una salida a los diversos inconvenientes existentes utilizando el conocimiento previo obtenido del progreso de la cimentación bajo el dominio de la geomalla biaxial, se basa en los antecedentes donde se utilizó el material mencionado etc., por lo que los experimentos realizados en el laboratorio podrían mejorar la base para obtener resultados favorables, por lo que se considera un tipo aplicable porque se enfoca en el aprendizaje y la resolución.

El tipo de estudio por enfoque cuantitativo se precisa por la observación y la recopilación de información, donde responde una o más preguntas de investigación, prueba hipótesis, la medida numéricamente, el cálculo frecuentemente en el uso de estadísticas y patrones de comportamiento comprobables con precisión. población y también intentar generalizar los resultados de su investigación utilizando modelo de manera representativas (Vega, 2014, p. 525). Por lo siguiente el estudio adoptará un enfoque cuantitativo ya que la recaudación de fichas se trasladó al lugar de la investigación para obtener muestras que puedan ser probadas y analizadas mediante pruebas apropiadas en el laboratorio para poder probar la teoría.

El nivel de la investigación explicativa será poniendo en práctica los conocimientos adquiridos, aplicando la geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y el diseño respectivo del pavimento, en base a los antecedentes y variables, con el propósito de mejorar la subrasante buscando resultados numéricos en cuanto influye la densidad máxima, capacidad portante y la elaboración del diseño de pavimento asfáltico ya que prioriza la correlación de dos variables. La investigación explicativa tiene como principal carácter tener ciertos efectos entre variables

independientes tanto como a la variable dependiente, profundizando en el entendimiento de los fenómenos estudiados y proporcionando una base teórica sólida para una buena comprensión de su funcionamiento. (Valderrama, 2013, p. 173)

El diseño de la investigación experimental, caracterizándose por medir las condiciones de las variables, centrándose en el manejo y revisión de la variable así poder comprender de qué manera afecta a un fenómeno o proceso ya que es necesario elaborar por etapas (Arias y Covinos, 2021, p. 73). Esta investigación será trabajada con cuasi experimental ya que no se utilizará una muestra aleatoria, como en el pre experimental, ya que en el cuasi experimental se utilizará grupos de controles, permitiendo más de tres sucesiones para los instrumentos de medición (Arias y Covinos, 2021, p. 75).

Las variables son conceptualizaciones abstractas y supuestos construidos formulados por investigadores con un alto nivel de abstracción para relacionarlos con fenómenos o eventos específicos de la vida real. Estos generalmente se refieren a aspectos conceptuales amplios que permiten a los investigadores hacer referencias teóricas relacionadas con aspectos del fenómeno que se estudia (Espinoza, 2018, p. 41).

Variable independiente : Geomalla de bambú

Variable dependiente 1 : Subrasante.

Variable dependiente 2 : Diseño del pavimento flexible.

La operacionalización ocurre a través de una serie de pasos o instrucciones para medir la variable conceptualizada. En este asunto se desea obtener una gran suma de investigación sobre las variables propuestas para entender su importancia y excelencia en la investigación específico del contexto. Por lo tanto, se requiere un estudio exhaustivo de la literatura dentro de un marco teórico. Conjuntamente, la operacionalización está estrechamente relacionada con la tecnología o método manipulado para recopilar datos. Deben ser pertinentes para el propósito de la

investigación y en la misma circunstancia ser coherentes con las metodologías utilizadas (Espinoza, 2019, p. 175). La matriz de operacionalización en el anexo 1.

La población es un grupo de módulos de investigación que sujetan las características uniformes deseadas por los investigadores se designa población. Estas entidades son fenómenos, personas, hechos u objetos que representan las características que se desean estudiar (Ñaupas, 2018, p. 334). Tenga en cuenta que el tipo de camino presentado en este estudio es un camino urbano de dos carriles. La población fue conformada por todas las vías urbanas con pavimentos flexibles del distrito de Puente Piedra, 2023.

La muestra constituye una parte de una localidad, efectúa una reseña el cual la muestra es aquella que domina una fracción de la población, logra ser específica del grupo de cual se recogerán los datos. (Ponce y Pasco, 2018, p. 54). Para poder escoger debidamente la muestra se consideró el criterio de inclusión con condiciones específicas que tiene la población para poder considerar en la muestra. El pavimento con geomallas de bambú, la muestra estará respaldada por las normas y la certificación de calibración del equipo utilizado, la muestra será 178m de la subrasante del pavimento Jr. Gloria Bamba, donde se realizaron 3 calicatas.

**Tabla 5.** *Detalle de los especímenes de cada indicador*

Característica	Capacidad Portante	Densidad Máxima Seca	Diseño Pavimento Flexible	Total, de especímenes
Natural	9	12	Elaborado con los resultados.	63
Biaxial 7cm	3	4	Elaborado con los resultados.	
Triaxial 7cm	3	4	Elaborado con los resultados.	
Biaxial 12cm	3	4	Elaborado con los resultados.	
Triaxial 12cm	3	4	Elaborado con los resultados.	
Biaxial 17cm	3	4	Elaborado con los resultados.	
Triaxial 17cm	3	4	Elaborado con los resultados.	

Fuente: Elaboración propia

El muestreo refuerza el concepto de la muestra mencionando que el muestreo no probabilístico es una técnica que tiene utilidad cuando se trata de crear muestras teniendo en cuenta la factibilidad de acceso y los recursos de objetos de prueba (Manterola, 2018, p. 214). El término "tipo de muestreo" se refiere al método de selección; en este sentido, el muestreo es no probabilístico, que se fundamenta en el discernimiento de clasificación del investigador, el tipo de carretera y la conveniencia de la investigación (manual de carreteras), todo lo cual contribuye al desarrollo de la toma de decisiones del investigador y no en una fórmula estadística. porque el propio investigador estableció las condiciones en las que se añadió la geomalla de bambú.

Las técnicas de recopilación de fichas, se utiliza métodos que contienen diligencias e instrucciones que proporcionan a los estudios conseguidos para la pesquisa que requieren y manifestar las cuestiones de investigación (Hernández, 2020, p. 14). Las técnicas e instrumentos más frecuentes tienen la función de seleccionar datos en el estudio incluyendo las aclaraciones, preguntas, conferencias y progresiones. Las indagaciones son componentes importantes de un plan de estudio para lograr conseguir el máximo monto de datos viables y agregar claridad, claridad y precisión a la actividad (Piza, 2019, p. 457). Teniendo en cuenta las 5 técnicas, se manejó la observación a fin de que el método de recolección de datos pueda abordar el problema y brindar alternativas de solución permitiendo la visualización de los resultados obtenidos de manera directa.

Los instrumentos se consideran suficiente un régimen para que capte hechos perceptibles que representan fielmente la idea. En segundo lugar, debe cumplirse el requisito de validez y confiabilidad- (Mejia, 2005, p. 54). Para el presente estudio el instrumento será la ficha técnica que proporciona información específica registrando los datos obtenidos, las fichas técnicas son:

Ficha técnica N° 1: Análisis granulométrico por tamizado (Anexo 3)

Ficha técnica N° 2: Límites de Atterberg (Anexo 3)

Ficha técnica N° 3: Ensayo de CBR (Anexo 3)

La validez de los instrumentos es fundamental para garantizar que los datos extraídos del estudio sean originales y de fuentes confiables. Se utilizan diversas estrategias y técnicas para asegurar la validez de contenido, validez de criterio, validez de constructo, validez de externa y la validez interna. (Valderrama, 2013, p. 228), los instrumentos son validados por profesionales o expertos en el ámbito de ingenieros de infraestructura vial, que también se encargan de examinar y avalar el contenido de los instrumentos que se utilizarán en este estudio. Los expertos son:

Experto 1: Calvo Sena Yonatan Jairo CIP N° 221873 (Anexo 4)

Experto 2: Reyes Chaupis Miguel Angel CIP N° 237727 (Anexo 4)

Experto 3: Vega Flores Yanella Olinda CIP N° 282546 (Anexo 4)

La confiabilidad del material es el grado en, cuando se aplica a la propia investigación, arrojando el mismo resultado una y otras veces bajo las mismas situaciones y no se ve afectado por permutas o diferenciaciones (entre evaluadores y espectadores) de la variable a estudiar (Useche, 2020, p. 55). Cuando hablamos de confiabilidad, nos referimos a replicaciones o estudios similares sobre el objeto o material que se está estudiando, por lo que aquí se realizan una variedad de estudios. La autenticidad del objeto o material, resultados similares o idénticos será la confiabilidad de los estudios del certificado de calibración de todo el equipo utilizado en las pruebas.

Para llevar a cabo el procedimiento de esta investigación se tuvo que estudiar el esquema de la pista asfáltica con sus respectivas alturas de capas y optar la incorporación de la geomalla de bambú en la subrasante a 7cm, 12cm y 17cm de altura en su forma con mallas biaxial y triaxial con un tamaño de abertura de 25 mm y 40mm. Para luego llevar al laboratorio y realizar ensayos granulométricos de las 3 calicatas realizadas, capacidad portante (CBR%) y la densidad máxima seca (g/cm<sup>3</sup>).

### **Etapa 1:** Recolección de bambú y elaboración de la geomalla

Se recolecto el bambú en el mismo distrito de Puente Piedra que están establecidas las empresas madereras.



*Figura 2. Bambú*

Fuente: Elaboración propia

Se efectuó el corte del bambú en tiras con una medida de 1.5cm para el tejido de las respectivas geomallas biaxiales y triaxiales.



*Figura 3. Cortes de bambú*

Fuente: Elaboración propia

Se realizo el tejido de la geomalla biaxial y triaxial, requiriendo una abertura de 2.5 cm horizontal y vertical formando una malla para la biaxial y para la geomalla triaxial

se optó con una cocada de 4 cm por cada capa que cuenta la malla, el amarre se realizó con pernos para que tenga una mayor rigidez.



*Figura 4. Geomalla biaxial*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 5. Geomalla triaxial*

Fuente: Elaboración propia

## Etapa 2: Elaboración de calicatas

Ubicación:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Puente Piedra

Ubicación : Jr. Gloria Bamba

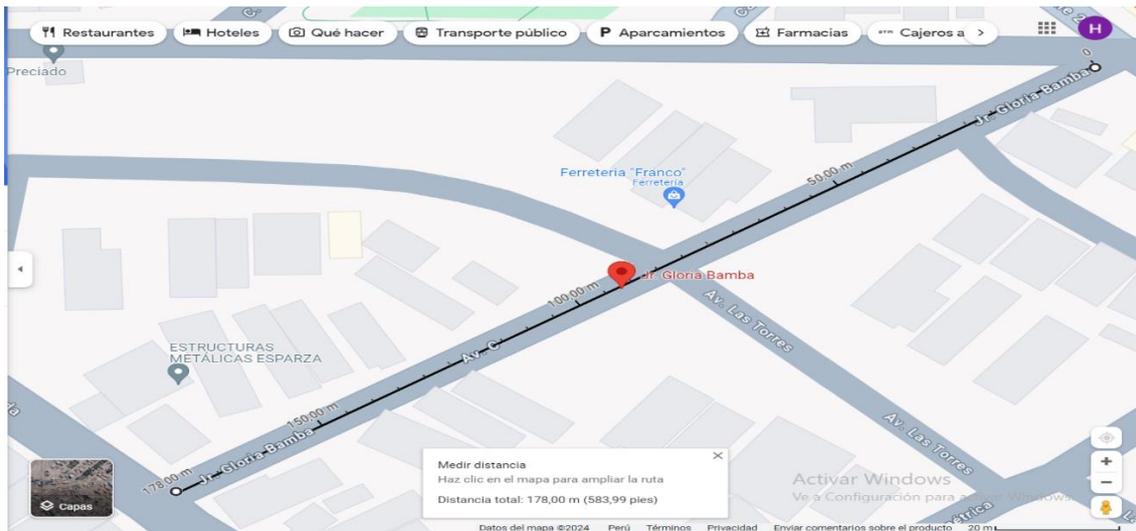


Figura 6. Localización del, Jr. Gloria Bamba

Fuente: Google Maps, longitud total 178 m

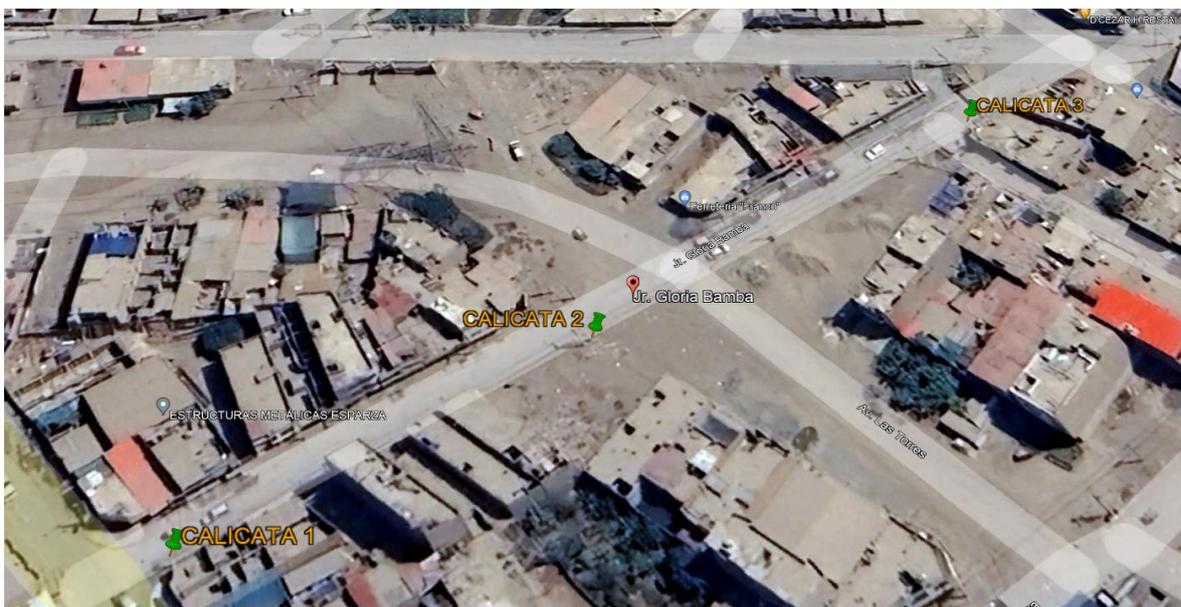


Figura 7. Ubicación de las calicatas

Fuente: Google Earth

La investigación se realizó en el Jr. Gloria Bamba, Puente piedra, donde se lograron realizar 3 calicatas al lado de la vía con las medidas correspondiente teniendo un área de 1.00 x 1.00 m, con una altura de 1.50 m en cada calicata realizada.



*Figura 8. Calicata C1*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 9. Toma de la muestra C1*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 10. Calicata C2*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 11. Toma de la muestra C2*

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Calicata C3

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Toma de la muestra C3

Fuente: Elaboración propia

### Etapa 3: Estudio del suelo patrón de las calicatas

- Se procede realizar el análisis granulométrico de las 3 calicatas, iniciando el laboratorio con la realización del cuarteo de las muestras sacadas.



Figura 14. Cuarteo C1 – M1

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Cuarteo C2 – M1

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Cuarteo C3 – M1  
Fuente: Elaboración propia

- Se realizo la granulometría por tamizado (Norma ASTM-D2487)

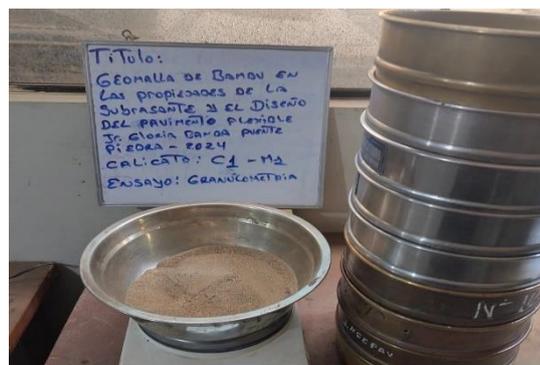


Figura 17. Granulometría C1 – M1  
Fuente: Elaboración propia

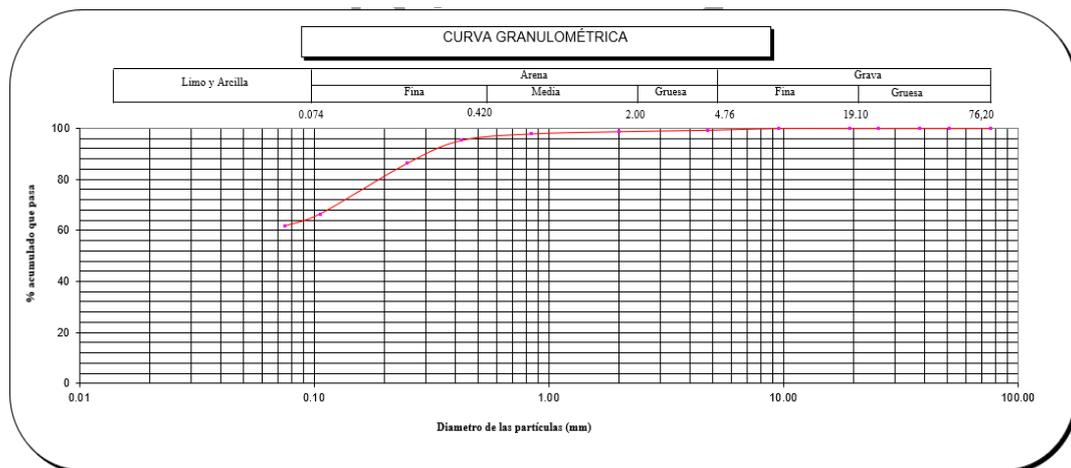


Figura 18. Curva de granulometría C1-M1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Granulometría C2 – M1

Fuente: Elaboración propia

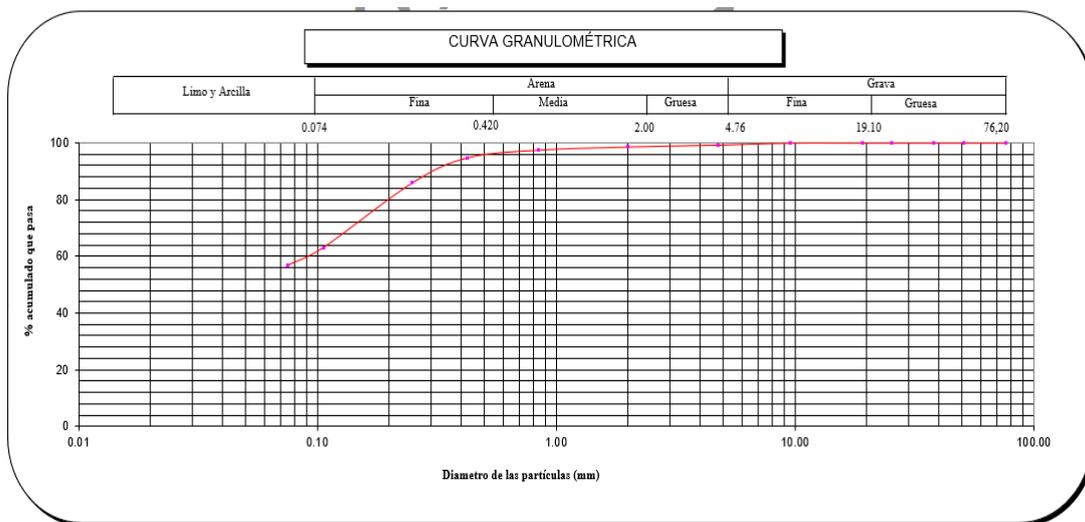


Figura 20. Curva de granulometría C2 - M1

Fuente: Elaboración propia

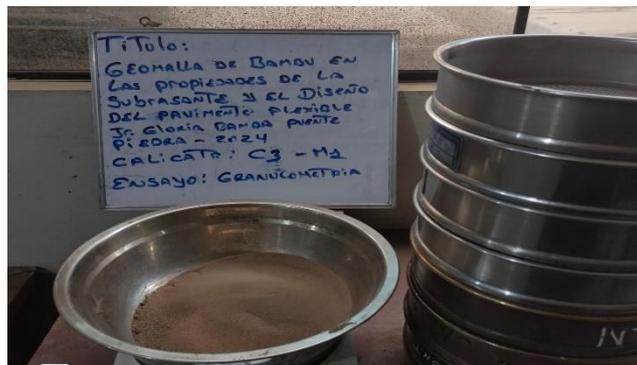


Figura 21. Granulometría C3 – M1

Fuente: Elaboración propia

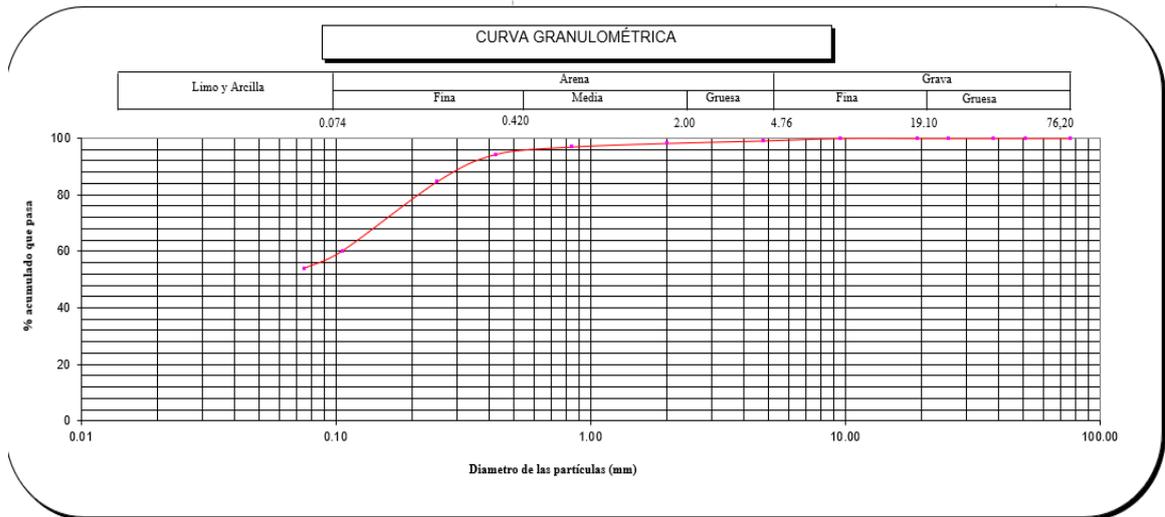


Figura 22. Curva de granulometría C3 - M1

Fuente: Elaboración propia

**Etap 4:** El suelo mejorado se realizó con el menos favorable que fue la calicata C3 realizándose los ensayos de Proctor modificado y mejoramiento del suelo con geomallas de bambú (biaxial – triaxial)

- Proctor modificado (MTC E 115 – ASTM D 1557) el ensayo se realizó para comprobar la relación entre en contenido de agua y peso del suelo seco.



Figura 23. Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** Densidad máxima seca

METODO A									
característica	1		2		3		4		DMS
natural	8.61	1.729	10.16	1.815	12.69	1.889	14.93	1.764	1.889
Biaxial 7cm	8.61	1.729	10.16	1.815	12.69	1.892	14.93	1.764	1.892
Triaxial 7cm	8.89	1.728	10.55	1.805	12.02	1.882	14.53	1.775	1.895
Biaxial 12cm	8.61	1.729	10.16	1.815	12.69	1.898	14.93	1.764	1.898
Triaxial 12cm	8.64	1.724	10.22	1.817	12.16	1.889	14.93	1.758	1.892
Biaxial 17cm	8.61	1.729	9.88	1.819	12.75	1.890	14.93	1.764	1.894
Triaxial 17cm	8.69	1.723	10.08	1.818	12.71	1.880	14.11	1.773	1.890

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el mejoramiento de CBR, realizando una circunferencia al diseño de las geomallas biaxiales y triaxiales al molde del ensayo (Norma ASTM-D1883)



**Figura 24.** CBR mezcla de suelo y geomalla

Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Compactación a una altura de 12cm

Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Geomalla biaxial a 12cm

Fuente: Elaboración propia



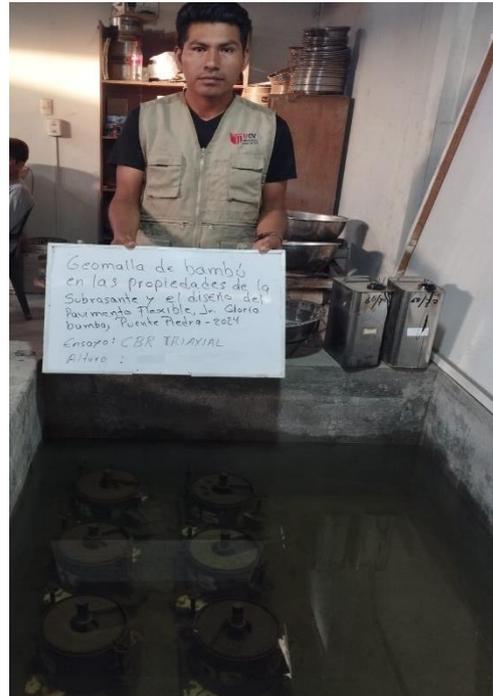
*Figura 27. Muestra biaxial*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 28. Muestra triaxial*  
Fuente: Elaboración propia

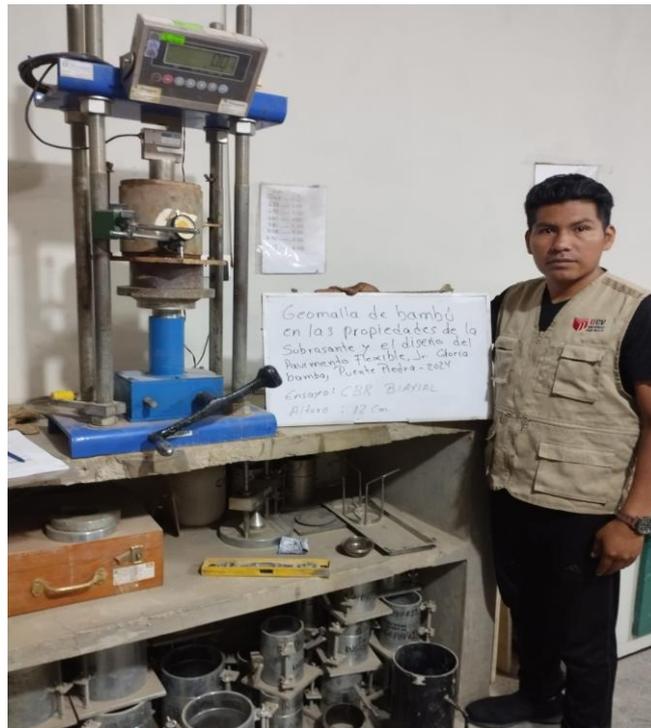


*Figura 29. Saturación geomalla biaxial*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 30. Saturación geomalla triaxial*  
Fuente: Elaboración propia

- Pruebas Marshall (ASTM D-1559- MTC E 504)



*Figura 31. Método Marshall geomalla biaxial*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 32. Método Marshall geomalla triaxial*  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7. CBR**

característica	CBR			
	12 golpes	25 golpes	56 golpes	CBR 95%
natural	5.2	8.5	10.3	8.7
Biaxial 7cm	9.1	12.5	14.6	12.7
Triaxial 7cm	8.3	10.2	13.3	10.4
Biaxial 12cm	6.8	10.8	13.5	11.5
Triaxial 12cm	9.1	12.5	14.4	12.7
Biaxial 17cm	6.2	8.8	11	9
Triaxial 17cm	6.8	8.8	10.9	8.9

Fuente: Elaboración propia

- Diseño del pavimento

**Factor de confiabilidad (R):** La confiabilidad general del diseño se tomó en cuenta posibles variaciones de Itálico, variedades del comportamiento de la estructura diseñada según los valores recomendados por el método AASHTO - 1993, y de acuerdo a la clasificación funcional de la vía se ha adaptado el valor de R= 90%.

**Desviación Estándar (Zr):** El valor de la desviación estándar de acuerdo a la confiabilidad "R". Debido a que la carretera es de clasificación secundaria principal y se desarrolla en una zona urbana, tenemos valores de confiabilidad entre 75% y 95% Para el caso del acceso del pavimento en estudio se ha considerado una confiabilidad de 90% en el diseño para 20 años en una sola etapa.

$$Zr = -1.036$$

**Overall Estándar Desviación (So):** El valor de la desviación estándar total se encuentra entre 0.40 – 0.50. para el caso de pavimentos con superficie de rodadura asfáltica. Consideramos un valor promedio

$$So = 0.45.$$

Los Índices de serviciabilidad considerados de acuerdo al tipo de carretera y tráfico son los siguientes:

Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente:

Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) = 4

Índice de Serviciabilidad Final (Pt) = 2.5

**Propiedades de los materiales (NORMA CE.010):** De acuerdo a los resultados de ensayos de laboratorio requeridos se puede indicar lo siguiente.

- Materiales para Base Granular: CBR mayores al 100% chancado.
- Materiales para Subbase: CBR mayores a 40% al estado natural.

Los coeficientes estructurales considerados son:

**Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_i$**

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	$a_1$	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			

*Figura 33. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento*

Fuente: Manual-7 SGGP

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq$ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq$ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Figura 34. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento

Fuente: Manual-7 SGGP

- Pavimento de concreto asfáltico en caliente:  $a_1 = 0.17$
- Base Granular:  $a_2 = 0.052$
- Subbase:  $a_3 = 0.047$

Los coeficientes de drenaje de acuerdo al tipo de material al tiempo de exposición que se considera expuesto a condiciones de saturación como se muestra en el siguiente cuadro:

Características de Drenaje	Agua eliminada en	Porcentaje de tiempo en el año, que la estructura del pavimento esta expuesta a un nivel de humedad proxima a la saturación			
		< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Malo	No drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Figura 35. Valores recomendados del coeficiente de drenaje

Fuente: Manual-7 SGGP

Base granular:  $m_1 = 1.00$

Subbase:  $m_2 = 1.00$

**Módulo de resiliencia:** Debido a que en nuestro país no se cuenta con laboratorios implementados para determinar el módulo de resiliencia, este parámetro se ha determinado mediante la correlación siguiente:

$$MR (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El valor del módulo de resiliencia para los accesos se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 8. Módulo de resiliencia de suelo natural**

ITEM	MUESTRA	DESCRIPCION	CBR	MR DISEÑO
1	C01-M1	Limo arenoso de baja plasticidad	8.9	10,351.43
2	C02-M1	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	9	10,425.72
3	C03-M1	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	8.7	10,201.95
<b>VALOR MEDIO DE DISEÑO</b>			<b>8.87</b>	<b>10,326.37</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Módulo de resiliencia con mejoramiento**

ITEM	MUESTRA	REFUERZO	DESCRIPCION	CBR	MR DISEÑO
1	C01-M1	BIAXIAL	Limo arenoso de baja plasticidad	12.7	12,996.5
2	C02-M1	BIAXIAL	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	11.5	12,196.6
3	C03-M1	BIAXIAL	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	9.0	10,425.7
4	C01-M1	TRIAXIAL	Limo arenoso de baja plasticidad	10.4	11,436.5
5	C02-M1	TRIAXIAL	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	12.7	12,996.5
6	C03-M1	TRIAXIAL	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	8.9	10,351.4

Fuente: Elaboración propia

**Eje equivalente:** Para el diseño se usará un EALs de  $3.0 \times 10^6$  de acuerdo a la norma técnica CE.010 Pavimento urbano.

TABLA F2 Ejemplos de EALs de Diseño <sup>1</sup>				
Clase de Vía	EALs <sup>a</sup> (millones)	Nivel de Confiab. <sup>b</sup> (%)	Factor de Confiabil.(Fr)	EALs de diseño <sup>a</sup> (millones)
Expresas	7,5	90	3,775	28,4
Arteriales	2,8	85	2,929	8,3
Colectoras	1,3	80	2,390	3,0
Locales	0,43	75	2,010	0,84

Notas:  
a. Basados en una vida de diseño de 20 años, 4% de crecimiento, 50% de tráfico direccional  
b. Basada en una desviación estándar de 0,45.

Figura 36. ejemplos de EALs de diseño

Fuente: CE.010

**Numero estructural:** Con esos datos calculamos el numero estructural requerido para el diseño de la estructura del pavimento flexible del terreno natural.

SN=3.132 (Subrasante)

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

Tabla 10. Diseño de pavimento flexible – Método AASHTO 93

DESCRIPCION DEL PARAMETRO	DATO
ESAL (W18)	1252579.00
Tipo de tráfico TP	TP5
CBR	8.70 %
MR Subrasante (Psi)	10201.95
Numero de etapas	1
Nivel de confiabilidad R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final (PT)	2.50
Variación de Serviciosabilidad (ΔPSI)	1.50
Numero Estructural Requerido (SNR)	3.132
W18 nominal	6.098
W18 calculado	6.098
Factor de drenaje entre capas	1
Coefficiente estructural de la capa asfáltica	0.170
Coefficiente estructural de la capa base	0.052
Coefficiente estructural de la capa subbase	0.047
Espesor de capa asfáltica	5
Espesor de base	20
Espesor de subbase	30
SN resultado	3.535
ΔSN	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Espesor de Carpeta asfáltica: 5 cm

Espesor de base: 20 cm

Espesor de subbase: 35 cm

**Tabla 11.** *Módulo de resiliencia con refuerzo*

ITEM	MUESTRA	REFUERZO	CBR	MR DISEÑO
1	C01-M1	BIAXIAL 1	12.7	12,996.5
2	C02-M1	BIAXIAL 2	11.5	12,196.6
3	C03-M1	BIAXIAL 3	9.0	10,425.7
4	C01-M1	TRIAxIAL 1	10.4	11,436.5
5	C02-M1	TRIAxIAL 2	12.7	12,996.5
6	C03-M1	TRIAxIAL 3	8.9	10,351.4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.** *Resultados de espesores con las geomallas biaxiales*

Tipo de refuerzo	Biaxial 1	Biaxial 2	Biaxial 3
Asfalto (cm)	5	5	5
Base (cm)	15	15	20
Subbase (cm)	30	35	30

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13.** *Resultados de espesores con las geomallas triaxiales*

Tipo de refuerzo	Triaxial 1	Triaxial 2	Triaxial 3
Asfalto (cm)	5	5	5
Base (cm)	20	15	20
Subbase (cm)	30	30	30

Fuente: Elaboración propia

Método de análisis de datos, para la elección de datos se ejecutaron mediante la visualización directa desde las Calicatas, los resultados que pudimos observar en cada examen de subrasante realizado en el laboratorio se documentará esta información pertinente, que posteriormente comparamos con los objetivos y las teorías.

Aspectos éticos de la investigación realizada por los alumnos de la escuela de Ingeniería Civil, se centra en referenciar los códigos éticos profesionales, respetar las aportaciones de otros autores citándolos mediante la Norma ISO-690-2010, e indicar todas las guías, instrumentos y normas utilizados en la planificación junto con sus correspondientes resoluciones. Al final, la herramienta web Turnitin comparará los resultados para determinar el grado de similitud en porcentajes.

### III. RESULTADOS

#### Indicador 1: Capacidad Portante

Tabla 14. Capacidad Portante

característica	CBR 95%	% variación
natural	8.7	
Biaxial 7cm	12.7	46.0
Triaxial 7cm	10.4	19.5
Biaxial 12cm	11.5	32.2
Triaxial 12cm	12.7	46.0
Biaxial 17cm	9.0	3.4
Triaxial 17cm	8.9	2.3

Fuente: Elaboración propia

#### Diagrama

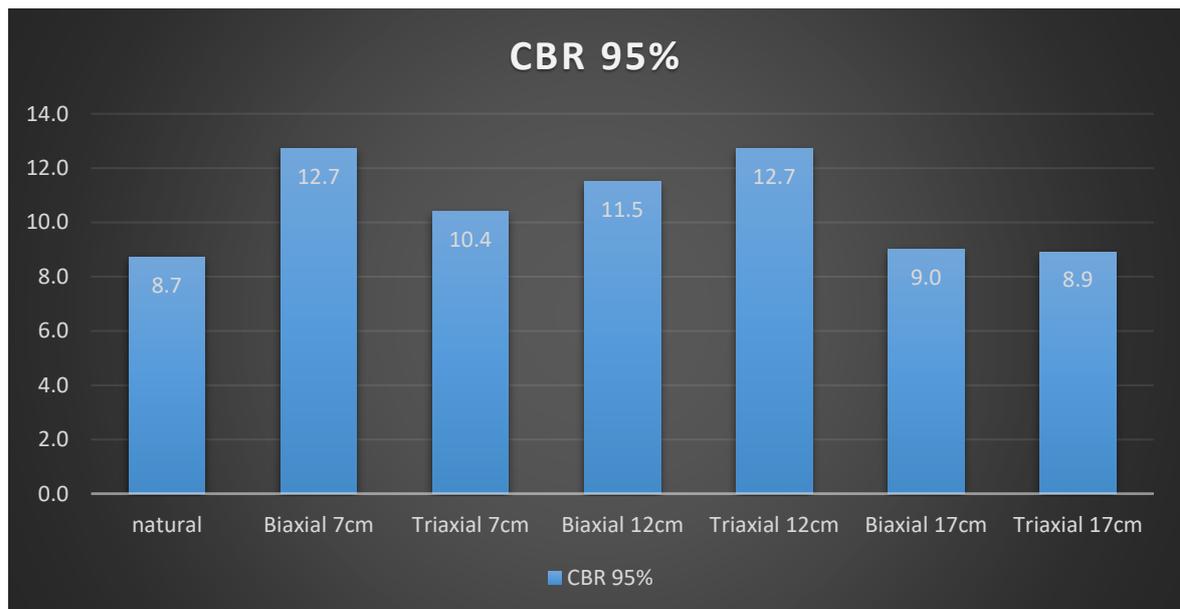


Figura 37. Diagrama del CBR 95%

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación

Según la tabla 14 y la figura 37 se tiene resultados de los ensayos CBR (California Bearing Ratio) en el suelo natural (SN) de la calicata 1, es de 8.7% conforme a la norma NTP de manual de carreteras, sección de suelos y geología el cual lo

determina como subrasante regular ubicado en el rango de 6% a 10%. Lo cual al instalar la geomalla de bambú en la subrasante se logró obtener un mejoramiento: con la geomalla biaxial de 7cm y la geomalla triaxial de 12cm de profundidad, logrando un incremento de CBR hasta 12.7% y generándose un incremento en ambos casos un incremento de 46% con respecto al CBR del SN. Cambiando la condición de la subrasante de regular a buena. En conclusión, se optaría trabajar con la geomalla biaxial siendo menos costoso en la elaboración que la geomalla triaxial.

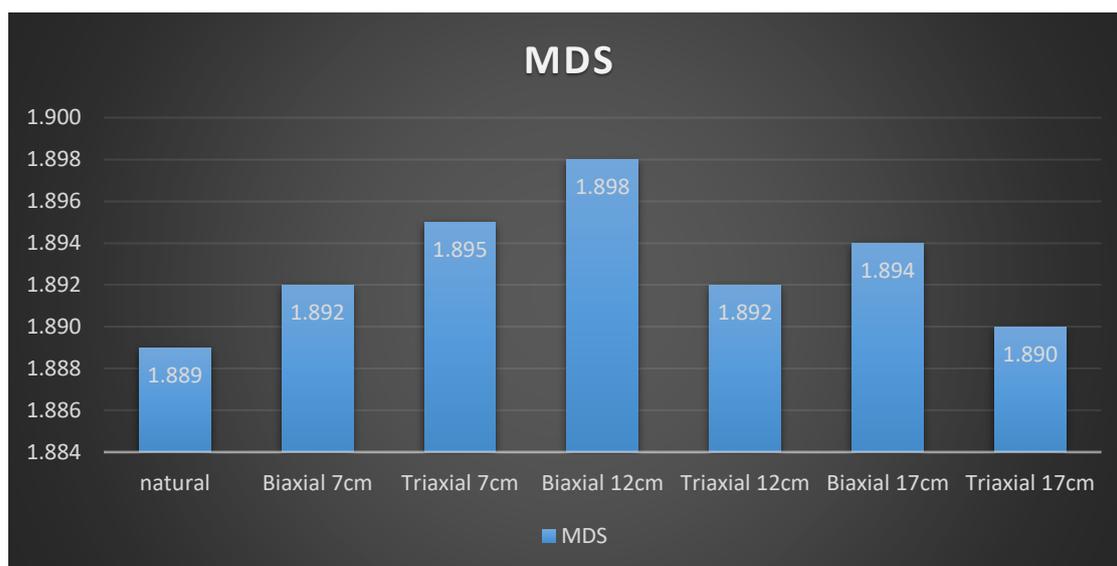
## Indicador 2: Densidad máxima seca

**Tabla 15.** *Densidad máxima seca*

característica	MDS	%variación
natural	1.889	
Biaxial 7cm	1.892	0.2
Triaxial 7cm	1.895	0.3
Biaxial 12cm	1.898	0.5
Triaxial 12cm	1.892	0.2
Biaxial 17cm	1.894	0.3
Triaxial 17cm	1.890	0.1

Fuente: Elaboración propia

Diagrama



**Figura 38.** *Diagrama de máxima densidad seca*

Fuente: Elaboración propia

## Interpretación

Según la tabla 15 y la figura 38, el resultado obtenido del ensayo de la máxima densidad seca por el método A en el suelo natural (SN) de la calicata 3, es de 1.889 g/cm<sup>3</sup> y agregando las geomallas de bambú biaxial y triaxial en cualquiera de las 3 profundidades propuestas se obtuvo una variación de máxima densidad seca del 0.1% al 0.5% con respecto al SN. Los cuales son prácticamente igual al SN. Concluyendo que se obtuvo una mejora de 1.898 g/cm<sup>3</sup> en la densidad máxima seca con la geomalla biaxial en una altura de 12 cm.

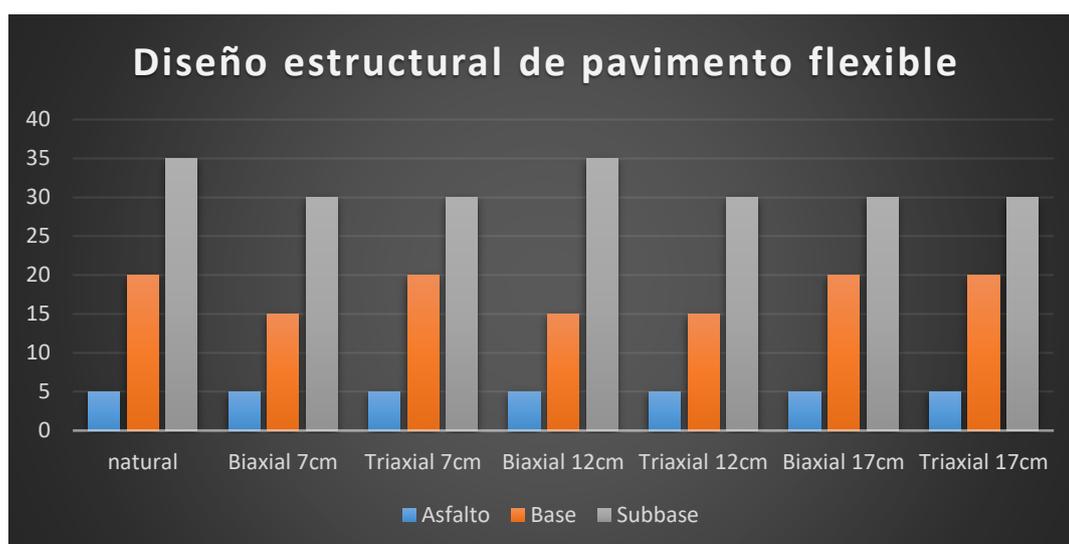
## Indicador 3: Diseño estructural de pavimento flexible

**Tabla 16.** Diseño estructural de pavimento flexible

característica	Capas			%variación		
	Asfalto	Base	Subbase	Asfalto	Base	Subbase
natural	5	20	35			
Biaxial 7cm	5	15	30	0	25	14.3
Triaxial 7cm	5	20	30	0	0	14.3
Biaxial 12cm	5	15	35	0	25	0
Triaxial 12cm	5	15	30	0	25	14.3
Biaxial 17cm	5	20	30	0	0	14.3
Triaxial 17cm	5	20	30	0	0	14.3

Fuente: Elaboración propia

## Diagrama



*Figura 39. Diagrama de diseño estructural de pavimento flexible*

Elaboración propia

## **Interpretación**

Según la tabla 16 y la figura 39, con los resultados obtenidos por el método AASHTO 93, la estructura del pavimento flexible del suelo natural es la siguiente: El espesor de carpeta asfáltica es 5 cm, base 20 cm y en la subbase es de 35cm. Se observa que para el espesor de la capa asfáltica no hubo variaciones cuando se agrega la geomalla de bambú en la subrasante se observa que en el espesor de la base se generó una variación del 25% con respecto al SN, en los casos de geomalla biaxial a 7cm de profundidad y geomalla triaxial a 12cm en todos son iguales. Para el espesor de la subbase se obtuvo una variación 14.3% con respecto al diseño del SN, en los hechos que se agregaron geomallas de bambú (biaxial y triaxial) a 12cm y 7cm de profundidad en ambas situaciones. Concluyendo que el mejor diseño es con la geomalla biaxial a 7 cm, optando por este diseño ya que, al reducir la base, subbase y en la colocación de la geomalla biaxial se obtiene una reducción de costo de materiales y en la instalación.

## **IV. DISCUSIÓN**

### **Indicador 1: Capacidad Portante**

En la presente investigación el mejor resultado de la capacidad portante es con la geomalla biaxial ubicada a 7 cm de la superficie, que obtuvo un CBR de 12.7%, logrando una variación en aumento de 46% con respecto al suelo natural SN, obteniendo el mismo resultado con la geomalla triaxial ubicada a 12 cm, clasificándose en ambos casos como buena. Según Montalvo (2021) realizó el mismo ensayo del CBR con geomalla polipropileno incorporadas en la subrasante logrando aumento del CBR al 17,9%. Clasificándose como subrasante buena. Estos resultados son diferentes, obteniéndose en ambos casos la misma clasificación de suelo. Esta diferencia se debe a que se utilizó distinto material de geomalla de bambú y la geomalla polipropileno.

### **Indicador 2: Densidad máxima seca**

En esta investigación se obtuvo una mejora de 1.898 g/cm<sup>3</sup> en la densidad máxima seca añadiendo la geomalla biaxial a una profundidad de 12 cm con respecto al suelo natural que fue de 1.889 g/cm<sup>3</sup>, lo cual se expresa en un incremento de 0.5% respecto al suelo natural. Según Tapia (2023) se observa que el suelo de la muestra patrón tuvo una densidad máxima seca de 2.036 g/cm<sup>3</sup> e incorporando geomalla biaxial en la segunda capa de la subrasante se obtuvo una densidad máxima seca de 2.042 g/cm<sup>3</sup>, el cual es un incremento del 0.3% con respecto del suelo patrón. Por lo cual se puede evidenciar un mayor incremento de la densidad máxima seca incorporando geomalla biaxial de bambú a una profundidad de 12cm en la subrasante. Sin embargo, se tendría que acotar que se encuentran a diferentes profundidades y la densidad máxima seca del suelo patrón son diferentes.

### **Indicador 3: Diseño estructural de pavimento flexible**

En esta investigación el mejor diseño que se obtuvo para el pavimento flexible fue con la geomalla biaxial ubicada a 7 cm de profundidad en la subrasante con las capas asfálticas 5 cm, base 15, subbase 30 cm, obteniendo una variación que disminuye en 14.3% de la subbase y 25% de la base con respecto al diseño natural que posee asfalto 5 cm, base 20, subbase 35 cm. Según Mohammed, Alvares y Bermudez (2020) realizó el diseño del pavimento asfáltico con la metodología AASHTO-93 obteniendo una estructura de 45 cm con siguientes medidas de las capas, asfáltico 5 cm, base 20 cm, subbase 20 cm encontrándose una gran mejora en los suelos malos utilizando geosintéticos para el diseño. Estos resultados son diferentes al obtenerse una estructura de 50 cm y 45 cm, utilizando geomalla de bambú y geosintéticos correspondientemente, donde existe una diferencia en la base ya que en el diseño de la geomalla de bambú se propuso 15 cm por el elevado costo del material, con el propósito de bajar el presupuesto.

## V. CONCLUSIONES

- Luego de desarrollar la investigación se demostró la influencia positiva de la incorporación de geomalla de bambú, mejorando significativamente la capacidad portante de la subrasante obteniéndose que para la geomalla biaxial a 7 cm y la triaxial a 12 cm presentan el mejor CBR del orden de 12.7% según se indica en la tabla 14 y figura 37. Estableciendo que la geomalla biaxial a 7cm de profundidad es la más adecuada por utilizar menor material y su instalación se realiza en menor tiempo en el proceso constructivo, logrando mejorar en un 46% el CBR respecto al suelo natural alcanzando la clasificación de subrasante buena según el cuadro 4.11 del manual de carreteras sección suelos y pavimentos.
- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se ha demostrado que la geomalla de bambú influye significativamente en la densidad máxima seca de la subrasante; determinándose que la subrasante con la incorporación de la geomalla biaxial de bambú a una profundidad de 12cm es la que presenta un mayor incremento de la densidad máxima seca del orden de 1.898 g/cm<sup>3</sup> con un incremento de 0.5% respecto al suelo natural según se indica en la tabla 15 y figura 38, según la norma CE.010 menciona que no varíe significativamente respecto al suelo patrón.
- Luego de culminar la investigación se demuestra que la incorporación de geomalla de bambú influye positivamente, reduciendo el espesor de las capas del pavimento flexible, siendo la estructura del pavimento más adecuada la que presenta; asfalto 5 cm, base 15 cm, subbase 30 cm, con la incorporación de geomalla biaxial a una profundidad de 7cm. siendo el diseño más viable por costo y mejorando a 25% en la base y 14.3% subbase respecto al diseño con el suelo natural que se indica en la tabla 16 y figura 39, Cumpliendo con las especificaciones indicadas del manual de carreteras sección suelos y pavimentos y norma CE.010 pavimentos urbanos.

- Después del desarrollo del trabajo de investigación se ha demostrado que la geomalla de bambú influye significativamente en las propiedades de la subrasante y en el diseño del pavimento flexible; respecto a las propiedades físicas el mejor valor de la capacidad de soporte se obtuvo con la geomalla biaxial a 7 cm de profundidad, el mejor resultado de la densidad máxima se obtuvo con la geomalla biaxial a 12cm de profundidad y el diseño de la estructura del pavimento se mejoró con la geomalla biaxial a 7 cm de profundidad. Finalmente se opta por el uso de la geomalla biaxial a 7 cm de profundidad por considerar que la densidad máxima seca presenta variaciones mínimas en todos los especímenes por lo que la capacidad portante es un parámetro definitorio para la elección del diseño de pavimento flexible.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para mejorar los resultados de la capacidad portante se sugiere incrementar la cantidad de ensayos de CBR (ASTM D 1883–05), ubicándolos a la geomalla de bambú a una profundidad en progresión aritmética de 1 cm, de esa manera obtener una curva del comportamiento del CBR en función a la ubicación de la geomalla de bambú en la subrasante.
- En el caso de la densidad máxima seca se sugiere utilizar y comparar con otros elementos de ajuste en las intersecciones en la geomalla de bambú (hilo de yute, perno de propileno. etc), de esa manera optimizar el ensayo de Proctor modificado de tipo A.
- Se recomienda para el diseño del pavimento flexible realizar una disminución de costos correspondiente al material bambú disminuyendo las dimensiones del espesor de las geomallas cumpliendo los mínimos requeridos de acuerdo a la norma E 100 , en los agregados de la base y subbase utilizar y comparar diferentes cotizaciones en canteras, de manera que se logre implementar un presupuesto óptimo para el análisis de la elección del diseño estructural; a su vez contrastar los resultados con el método racional.

## REFERENCIAS

- ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. 2021. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- BERMÚDEZ MANRIQUE, Windy Nataly; ALVAREZ CRUZ, Luis David. Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. 2020. Tesis Doctoral. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9344/MONOGRAFIA%20FINAL%20DAVID-NATALY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CORREDOR, Gustavo. Experimento vial de la AASTHO y guías de diseño AASTHO. Disponible en: <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/aashto-931.pdf>
- DÍAZ, Laura [et al]. La entrevista, recurso flexible y dinámico. Revista Investigación en educación médica [en línea]. 2013, vol. 2, n.º 7. [Fecha de consulta 30 de septiembre de 2023]. ISSN 2007-5057. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009)
- ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Revista Conrado [en línea]. 2019, vol. 15, n.º 669. [Fecha de consulta 28 de septiembre de 2023]. ISSN: 1990-8644. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1052>
- ESTEBAN, Nicomedes. Tipos de investigación [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 28 de septiembre de 2023]. Disponible en: [https://www.academia.edu/98517997/Tipos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/98517997/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n)
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- HERNÁNDEZ, Osvaldo. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral [en línea]. 2021, vol. 37, n.º 3. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. ISSN 1561-3038. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252021000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002)
- HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: MCGRAW-HILL Interamericana editores, 2018, 714 pp. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abu\\_so/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abu_so/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)

- HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Dánae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 2020, vol. 9, no 17, p. 51-53 [Fecha de consulta 30 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
- HU, Yong, et al. Feasibility Study on the Bamboo Grid Instead of Geogrid for Soil–Rock Mixture Subgrade Reinforcing. Materials, 2022, vol. 15, no 12, p. 4047. <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/12/4047>
- ISO. ISO 10318-1:2018: Geosynthetics — Part 1: Terms and definitions, 2018, 1 pp. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/68880.html>
- KARI Benites, M., & Olortegui Herera, J. (2019). Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante - subbase utilizando la metodología Giroud – Han, para mejorar el tramo de la carretera(vía). Lima: Repositorio de la Universidad de Ciencias Aplicadas. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari\\_B\\_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari_B_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- LEE, Kang-Won Wayne; WILSON, Kathleen; HASSAN, Syed Amir. Prediction of performance and evaluation of flexible pavement rehabilitation strategies. Journal of traffic and transportation engineering (English edition), 2017, vol. 4, no 2, p. 178-184. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756417300922>
- LOPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. Revista Punto Cero [en línea]. 2004, vol. 9, n.º 8. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. ISSN: 2224-8838. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- MANUAL de Carreteras. (2015). Perú: Editorial Macro. Recuperado de: <https://www.editorialmacro.com/producto?id=135>
- METODOLOGÍA de la investigación por Elías Mejía Mejía [et al.]. Lima: Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación de la UNMSM, 2005. 239 pp. ISBN: 9972-834-08-05
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2014. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf)
- MISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (enero, 2006). “Norma técnica E 100 – Bambú”, consultado el 1 de octubre de 2023. <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/10/E.100.pdf>

- MORAN, Jorge. Manual de construcción con Bambú. Red internacional de bambú y Ratán, INBAR, Instituto de Vivienda, Construcción y Urbanismo – IVUC - de la Universidad de San Martín de Porres – USMP y la Dirección de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 3ra edición, adaptada al Perú, 2015. Disponible en: [https://sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com/public/docs/construir\\_con\\_bambu\\_peru.pdf](https://sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com/public/docs/construir_con_bambu_peru.pdf)
- MORLOTE S. y Celiseo S. (2003). Metodología de la investigación. Editorial MCGRAW-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. ISBN: 970-10-4611-0
- MUÑOZ R. (2015). Metodología de la investigación. Editorial Progreso S.A de C.V. ISBN 9786074265422
- ÑAUPAS, Humberto [et al]. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la tesis. 5.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018, 560 pp. ISBN. 978-958-762-876-0. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)
- OGUNKUNBI, G. A.; JIMOH, Y. A. Design and economic analysis of a flexible pavement on a geosynthetic reinforced subgrade. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 2019, vol. 23, no 1, p. 121–125-121–125. <https://www.ajol.info/index.php/jasem/article/view/183480>
- OSPINA, Janette. Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal - departamento del Tolima. Trabajo de especialidad, Universidad Cooperativa de Colombia). Recuperado de: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500, 2018, vol. 12494, no 7482, p. 1. http://hdl.handle.net/20.500.12494/7482>
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2023]. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022017000100037](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022017000100037)
- PICADO MUÑOZ, Mauricio. Evaluación de la resistencia a fatiga por reflejo de grietas en sobrecapas asfálticas reforzadas con materiales geosintéticos. 2018. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5643/1/42570.pdf>
- PIZA, Narcisa, AMAIQUEMA, Francisco y BELTRÁN, Gina. Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. Revista Conrado [en línea]. 2019, vol. 15, n.º 70 [Fecha de consulta 30 de septiembre de 2023]. ISSN 1990-8644. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000500455](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455)
- PONCE, María y PASCO, Mario. Guía de Investigación. Perú: Universidad Católica del Perú, 2018. 54 pp. ISBN: 9786124731181

- POORIA Ghadir, Mostafa Zamanian, Nazanin Mahbubi-Motlagh, Mohammad Saberian, Jie Li, Navid Ranjbar (2021) Shear strength and life cycle assessment of volcanic ash-based geopolymer and cement stabilized soil: A comparative study, *Transportation Geotechnics*. Volume 31, 100639, ISSN 2214-3912, <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100639>.
- RAJABI, A.M., Ardakani, S.B. & Abdollahi, A.H. (2021). The Effect of Nano-Iron Oxide on the Strength and Consolidation Parameters of a Clay Soil: An Experimental Study. *Iran J Sci Technol Trans Civ Eng* 45, 1759–1768. <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00640-9>
- RAVINDRAN, S., et al. Unpaved road stabilization using bamboo grid and bitumen coated bamboo cells. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 2019, vol. 56, p. 346-351. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11204-019-09613-7>
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima 2010. 71 pp. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365614/14%20CE.010%20PAVIMIENTOS%20URBANOS%20DS%20N%C2%B0%20010-2010.pdf?v=1636051827>
- SAHA, Dulal Chandra; MANDAL, J. N. Performance of reclaimed asphalt pavement reinforced with Bamboo geogrid and Bamboo geocell. *International Journal of Pavement Engineering*, 2020, vol. 21, no 5, p. 571-582. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2018.1502432>
- TAPIA GAMBOA, Ronaldo Guillermo. Influencia de geomalla biaxial en la subrasante para pavimento flexible de la calle 3 urbanización Las Vegas, Puente Piedra 2023. 2023. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/120772>
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica 2da. Edición. Editorial San Marcos, 2013. <https://rincondelibrosdigitales.blogspot.com/2019/04/pasos-para-elaborar-proyectos-de.html>
- VEGA, Genaro [et al]. Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 2014, [Fecha de consulta 28 de septiembre de 2023]. ISSN: 1857 – 7881. Disponible en: <https://paperity.org/p/59072095/paradigmas-en-la-investigacion-en-foque-cuantitativo-y-cualitativo>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIDAD

TÍTULO: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VI 1: Geomalla de bambú	La geomalla es un elemento que se puede insertar en la estructura de pavimento, para mejorar sus condiciones de servicio como las siguientes: Evita la mezcla y contaminación de materiales, favorece el drenaje lateral, evita la fuga de los finos, refuerza estructuralmente el pavimento (Vargas et al, 2017, p. 3). El bambú es un recurso natural renovable. Planta herbácea con tallos leñosos, perteneciente a la familia de las Poaceae (gramíneas), sub familia Bambusoideae (Norma E. 100, 2020, p. 4).	La geomalla de bambú será evaluada de acuerdo a Propiedades mecánicas de tensión y tracción, clasificación, tamaño de abertura, capacidad de tensión y altura de ubicación.	D1: Tamaño de abertura	2.5 cm (Biaxial), 4 cm (Multiaxial)	De intervalo
			D2: Altura de ubicación	7cm, 12cm y 17cm	Nominal
			D3: Diámetro de la geomalla	1.5cm	De razón

VD 1: subrasante	La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (MTC, 2014, p. 20).	La subrasante será evaluada de acuerdo a la capacidad portante y densidad máxima seca.	Capacidad portante	CBR (%)	De razón
			Densidad máxima seca	g/cm <sup>3</sup>	De razón
VD 2: Diseño del pavimento flexible	El pavimento flexible es la estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos (MTC, 2014, p. 22).	El diseño del pavimento flexible (base, sub base y pavimento) será evaluado de acuerdo a la estructura del pavimento.	Estructura del pavimento flexible (base, sub base y pavimento)	cm	De razón

## Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	VI 1: Geomalla de bambú	D1: Tamaño de abertura	2.5 cm (Biaxial), 4 cm (Triaxial)	Ficha de recolección de Datos	Tipo de investigación Aplicada
¿De qué manera la geomalla de bambú influye en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024?	Demostrar de qué manera la geomalla de bambú influye en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.	La geomalla de bambú influye positivamente en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.		D2: Altura de ubicación	7cm, 12cm y 17cm	Ficha de recolección de Datos	Enfoque de investigación Cuantitativo
				D3: Diámetro de la geomalla	1.5cm	Ficha de recolección de Datos	El diseño de la investigación Experimental-cuasi experimental
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	VD 1: Propiedades de la subrasante	Capacidad portante	CBR %	Ensayo CBR en laboratorio (ASTM - D 1883)	El nivel de la investigación: Explicativa ..... Población:
¿De qué manera la geomalla de bambú influye en la capacidad portante de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024?	Demostrar la influencia de la geomalla de bambú en la capacidad portante de la subrasante en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024	La instalación de geomalla de bambú influye en la capacidad portante de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024					

<p>¿De qué manera la geomalla de bambú influye en la densidad máxima seca de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024?</p>	<p>Demostrar la influencia de la geomalla de bambú en la densidad máxima seca de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra, 2024</p>	<p>La instalación de geomalla de bambú influye en la densidad máxima seca de la subrasante, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024</p>		<p>densidad máxima seca</p>	<p>g/cm<sup>3</sup></p>	<p>Ensayo densidad máxima seca en laboratorio (ASTM D4253 - 16)</p>	<p>La población fue conformada por todas las vías urbanas con pavimentos flexibles del distrito de Puente Piedra, 2024.</p>
<p>¿De qué manera la geomalla de bambú en la subrasante influye en el diseño de la estructura del pavimento flexible, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024?</p>	<p>Demostrar la influencia de la subrasante con la geomalla de bambú en el diseño de la estructura del pavimento flexible, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024</p>	<p>Las propiedades de la subrasante con la geomalla de bambú mejorando el diseño de la estructura del pavimento flexible, en el Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024</p>	<p>VD 2: Diseño del pavimento flexible</p>	<p>Estructura del pavimento flexible (base, sub base y pavimento)</p>	<p>cm</p>		<p>Muestra: Fue 178 m de la subrasante del pavimento jr. Gloria Bamba donde se realizaron 3 calicatas.</p> <p>Muestreo: Probabilístico</p>

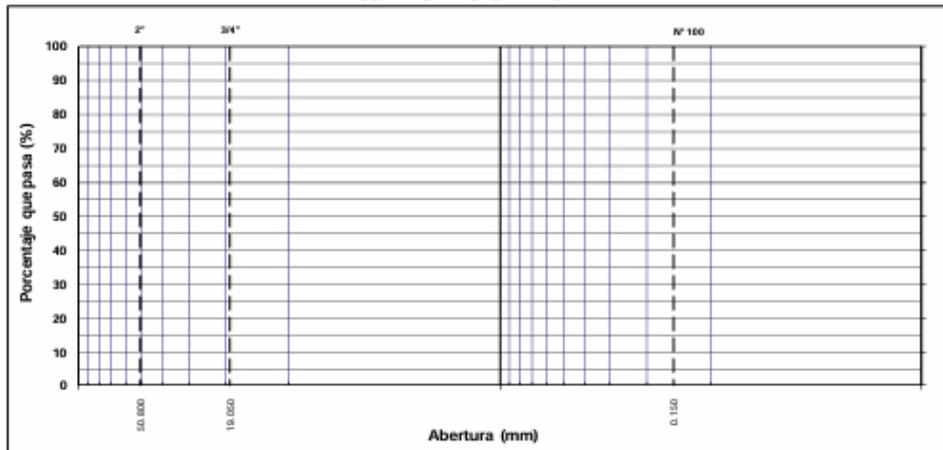
### Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Datos

## FORMATO 1

REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO										
OBRA :					N° REGISTRO :					
MATERIAL :					TÉCNICO :					
CALICATA :					ING° RESP. :					
MUESTRA :					FECHA :					
PROFUND. :					HECHO POR :					
CANTERA :					DEL KM :					
UBICACIÓN :					AL KM :					
					CARRIL :					
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"							PESO TOTAL	=		gr
2 1/2"							PESO LAVADO	=		gr
2"							PESO FINO	=		gr
1 1/2"							LÍMITE LIQUIDO	=		%
1"							LÍMITE PLÁSTICO	=		%
3/4"							ÍNDICE PLÁSTICO	=		%
1/2"							CLASF. AASHTO	=		###
3/8"							CLASF. SUCCS	=		
1/4"							Ensayo Malla #200	P. S. Seco.	P. S. Lavado	% 200
# 4										
# 8							% Grava	=		%
# 10							% Arena	=		%
# 30							% Fino	=		%
# 40							% HUMEDAD	P. S. H.	P. S. S	% Humedad
# 50										
# 80							OBSERVACIONES:			
# 100										
# 200										
< # 200										
FINO							Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL							Coef. Curvatura	-		
Descripción suelo:							Pot. de Expansión	Bajo		

### CURVA GRANULOMÉTRICA




  
 INGENIEROS DEL PERÚ
   
 Colegio de Ingenieros del Perú - Ancash - Huaraz
   

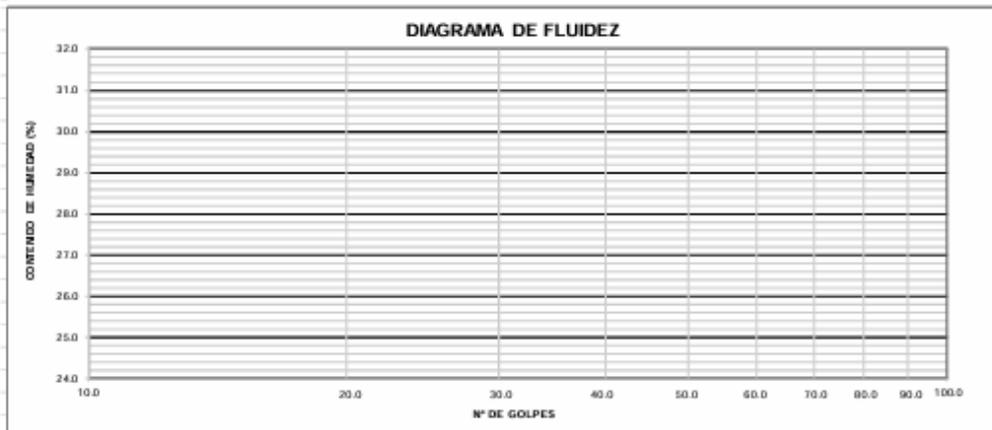
  
 Ing. Calvo Sosa Jonathan Jairo
   
 INGENIERO CIVIL
   
 Reg. CIP 21873

**FORMATO 2**  
REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITES DE ATTERBERG	
OBRA :	N° REGISTRO :
MATERIAL :	TÉCNICO :
CALICATA :	ING° RESP. :
MUESTRA :	FECHA :
PROFUND. :	HECHO POR :
CANTERA :	DEL KM :
UBICACIÓN :	AL KM :
	CARRIL :

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

*Miguel Angel Reyes Chaupis*  
-----  
**MIGUEL ANGEL REYES CHAUPIS**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237727



## Anexo 4. Constancia de Validación

### **CONSTANCIA DE VALIDACION**

Yo, CALVO SENA YONATAN JAIRO identificado con DNI 70866333 con CIP N° 221873, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado el siguiente formato:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación a los tesis de la Universidad Cesar Vallejo DANIEL ALBERTO, CHICASACA MAMANI Y HANS CHRISTIAN, HIDALGO FONSECA quienes elaboran la tesis titulada:

***“Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					

<b>VALORACION TOTAL</b>	36
-------------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 36 y está dentro del rango de valoración y su validación fue bueno.

  
Ing. Calvo Sena Yonatan Jairo  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 21873

### **CONSTANCIA DE VALIDACION**

Yo, REYES CHAUPIS MIGUEL ANGEL identificado con DNI 74092554 con CIP N° 237727, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG.

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación a los testistas de la Universidad Cesar Vallejo DANIEL ALBERTO, CHICASACA MAMANI Y HANS CHRISTIAN, HIDALGO FONSECA quienes elaboran la tesis titulada:

***“Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					

<b>VALORACION TOTAL</b>	37
-------------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración y su validación fue excelente.

  
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HJARAZ  
  
MIGUEL ANGEL REYES CHAUPIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237727

### **CONSTANCIA DE VALIDACION**

Yo, VEGA FLORES YANELLA OLINDA identificado con DNI 76343229 con CIP N° 282546, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE CBR

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación a los tesis de la Universidad Cesar Vallejo DANIEL ALBERTO, CHICASACA MAMANI Y HANS CHRISTIAN, HIDALGO FONSECA quienes elaboran la tesis titulada:

***“Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					

<b>VALORACION TOTAL</b>	42
-------------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 42 y está dentro del rango de valoración y su validación fue excelente.

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
Consejo Departamental Ancash - Huaraz  
  
Ing. Yanelia Olinda Vega Flores  
CIP. N° 282546

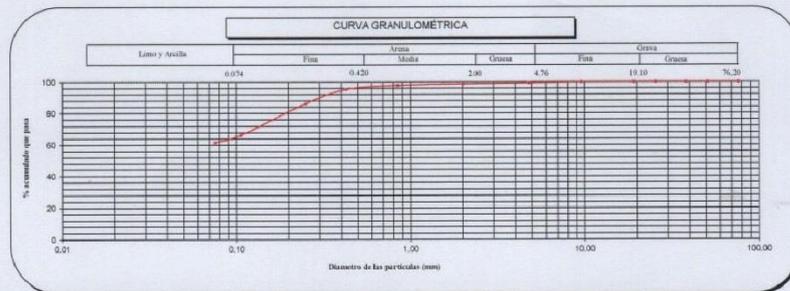
Anexo 5. Fichas de Resultados de Laboratorio

 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/FFHC-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>	Versión	01
	<b>MTC E 107 - 2016</b>	Fecha	04-01-2024
		Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra	CI-M1					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D4318	<b>Malla</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>% Retenido Parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% que pasa</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL SUELO</b>
	Nº 3"	76.200	0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)
	2"	50.800	0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)
	1 1/2"	38.100	0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)
	1"	25.400	0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487
	3/4"	19.100	0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282
	3/8"	9.520	0	0.0	100.0	Índice de Grupo
	Nº 4	4.760	5	0.7	99.3	% Grava
	Nº 10	2.000	4.8	0.6	1.3	% Arena
	Nº 20	0.840	7.2	0.9	2.2	% < Nº 200
	Nº 40	0.425	20.1	2.5	4.7	
	Nº 60	0.250	72.2	9.0	13.7	
	Nº 140	0.106	160.4	20.0	33.7	
	Nº 200	0.075	37.7	4.7	38.4	
< 200	MTC E 137	493.8	61.6	100.0	0.0	

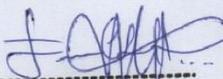
Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	28.0
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	23.0
Índice Plástico (IP)		5.0
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		1
Nombre de grupo	Limo arenoso de baja plasticidad	



- Referencias:**
- ASTM D 422-03 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04a3 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1149-00 Standard test for amount of material in soil finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GranTest

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016</b>	Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	2 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1-M1

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	52.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	545.0	562.3	620.3		
Peso tara + muestra seca	(g)	517.0	465.0	510.0		
Peso de agua	(g)	28.0	97.3	110.3		
Peso de suelo seco	(g)	465.0	413.0	458.0		
Contenido de Humedad	(%)	6.0	23.6	24.1		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>17.9</b>				

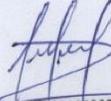
Observaciones:

Referencia:

. ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARÓ HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

**INFORME****LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/PHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

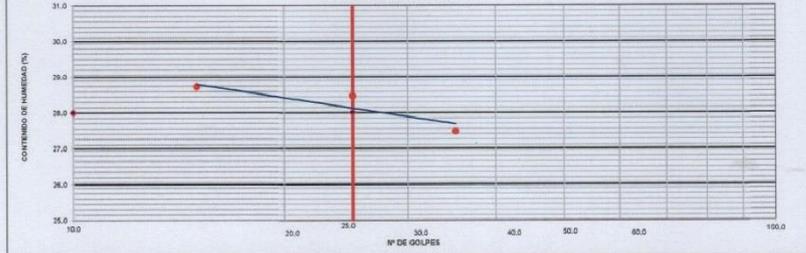
Muestra : C1-M1

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO		C - 1	C - 2	C - 3
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.15	52.44	52.41
TARRO + SUELO SECO	gr	46.55	46.99	47.10
AGUA	gr	5.20	5.45	5.31
PESO DEL TARRO	gr	28.02	27.85	28.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.98	19.14	18.48
% DE HUMEDAD		27.47	28.47	28.73
Nº DE GOLPES		35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO		A - 2	A - 5
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.35	20.66
TARRO + SUELO SECO	gr	19.25	19.45
AGUA	gr	1.10	1.21
PESO DEL TARRO	gr	14.32	14.15
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.93	5.30
% DE HUMEDAD		22.31	22.83

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	28.0
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	5.0

La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pizuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



**INFORME**

**COMPACTACIÓN DE SUELOS  
(PROCTOR MODIFICADO)  
MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFGC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible. Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

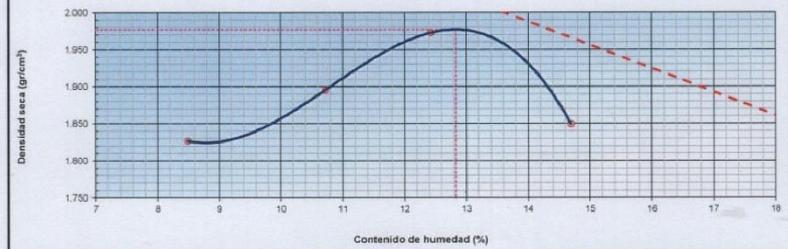
Muestra : C1-M1 SUCS : ML  
 AASHTO : A-4 (1)

Método : A

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5732.00	5841.00	5952.00	5862.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1850.00	1959.00	2070.00	1980.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.98	2.10	2.22	2.12
Peso del suelo húmedo+tara	gr	369.20	366.30	436.20	365.30
Peso del suelo seco + tara	gr	343.20	335.20	392.20	323.00
Tara	gr	36.90	45.00	38.00	35.00
Peso de agua	gr	26.00	31.10	44.00	42.30
Peso del suelo seco	gr	306.30	290.20	354.20	288.00
Contenido de agua	%	8.49	10.72	12.42	14.69
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.827	1.896	1.973	1.850
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.977
			Humedad óptima (%)		12.8

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/h<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N° 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TM2: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>		Versión	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>		Fecha	04-01-2024
			Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1-M1
	SUCS : ML AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACION						
	2		4		6	
	5		26		5	
	55		26		12	
Molde Nº						
Capas Nº						
Golpes por capa Nº						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	12832.00	12980.00	11920.00	12150.00	11315.00	11541.00
Peso de molde (g)	8304.00	8304.00	7538.00	7538.00	7175.00	7175.00
Peso del suelo húmedo (g)	4528.00	4676.00	4382.00	4612.00	4140.00	4366.00
Volumen del molde (cm³)	2033.39	2033.39	2079.53	2079.53	2079.53	2079.53
Densidad húmeda (g/cm³)	2.227	2.300	2.107	2.218	1.991	2.100
Peso suelo húmedo + tara (g)	355.30	326.00	386.30	359.60	349.50	474.30
Peso suelo seco + tara (g)	319.50	289.30	347.20	317.50	315.20	422.30
Peso de tara (g)	37.00	35.00	31.00	35.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	35.80	37.70	39.10	42.10	34.30	52.00
Peso de suelo seco (g)	282.50	253.30	316.20	282.50	284.20	369.30
Contenido de humedad (%)	12.7	14.9	12.4	14.9	12.1	14.1
Densidad seca (g/cm³)	1.976	2.002	1.875	1.930	1.776	1.840

EXPANSIÓN										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			mm	%		mm	%		mm	%
17/4/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
18/4/2024	24	6.320	6.320	5.5	5.890	5.890	5.1	6.450	6.450	5.6
19/4/2024	48	6.950	6.950	6.0	6.540	6.540	5.7	7.100	7.100	6.1
		7.450	7.450	6.5	7.080	7.080	6.1	7.360	7.360	6.4

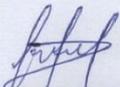
PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 6				
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %		
0.000			0			0			0			
0.635		0.8	15.3		0.6	12.3		0.5	10.2			
1.270		1.1	22.3		1.0	18.6		0.7	14.2			
1.905		2.3	45.6		2.1	40.2		1.7	32.5			
2.540	70.45	4.4	85.3	151.7	10.8	3.0	58.6	124.7	8.8	2.5	48.6	76.1
3.180		5.4	105.6		4.1	79.6		3.1	61.2			
3.810		8.4	164.2		5.5	106.3		4.4	85.6			
5.080	105.68	11.6	225.0	268.1	12.7	9.8	190.2	207.5	9.8	6.2	121.0	136.4
7.620		13.6	265.3			9.8	189.6		7.0	135.2		
10.160												
12.700												

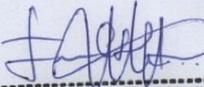
Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de carga Tipo "S" S-C-A-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (13-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346

**INFORME****CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016**

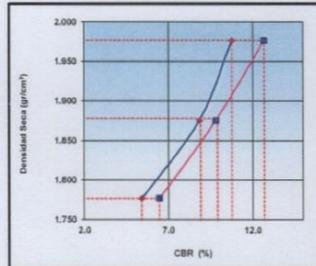
Código	IF-TS-CHMDAHFC-PR
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C1-M1 SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (1)

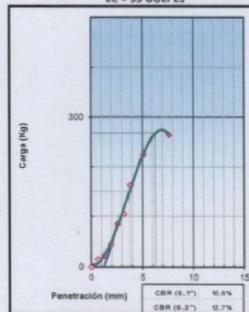
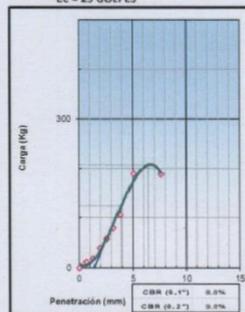
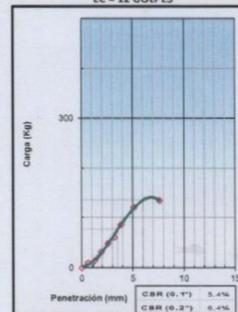


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.977  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.8  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.878

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 10.8	0.2": 12.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 8.9	0.2": 9.9

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 12.7 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.9 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.8 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.9 (%)

**EC = 55 GOLPES****EC = 25 GOLPES****EC = 12 GOLPES****Referencia:**

- ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 fbf/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Plán de penetración metálica de acción transversal circular de 49.79 mm
- Celda de Carga Tipo "C": S-CL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMA-349-2019 (15-04-19)
- Norma METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada NPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CTM-090-2019 (15-04-19)

**MIGUEL ÁNGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C2-M1

Malla	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	N°	Abertura (mm)					
3"	76.200	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido ( LL ) 27.0
2"	50.800	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico ( LP ) 21.0
1 1/2"	38.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico ( IP ) 6.0
1"	25.400	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487 CL - ML
3/4"	19.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282 A-4
3/8"	9.520	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 1
Nº 4	4.760	6	0.7	0.7	99.3	% Grava 0.7	% Arena 42.4
Nº 10	2.000	5.8	0.7	1.4	98.6	% < Nº 200 56.9	
Nº 20	0.840	9.0	1.1	2.5	97.5		
Nº 40	0.425	22.2	2.7	5.2	94.8		
Nº 60	0.250	72.3	8.8	14.0	86.0		
Nº 140	0.106	187.4	22.8	36.8	63.2		
Nº 200	0.075	51.8	6.3	43.1	56.9		
< 200	MTC E 137	467.7	56.9	100.0	0.0		

Límite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	27.0
Límite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	21.0
Índice Plástico ( IP )		6.0
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	CL - ML
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		1

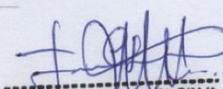
Nombre de grupo : Arcilla limo arenoso de baja plasticidad



- Referencias :**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2234-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados :**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMA-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-02: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GranTest

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



**INFORME**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C2-M1

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	50.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	465.0	485.0	418.3		
Peso tara + muestra seca (g)	428.6	448.0	385.2		
Peso de agua (g)	36.4	37.0	33.1		
Peso de suelo seco (g)	378.6	396.0	333.2		
Contenido de Humedad (%)	9.6	9.3	9.9		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>9.6</b>				

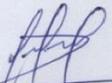
**Observaciones :**

**Referencia :**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

  
JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

**INFORME**

Código IF-TS-CHMDA/HFC-PN

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

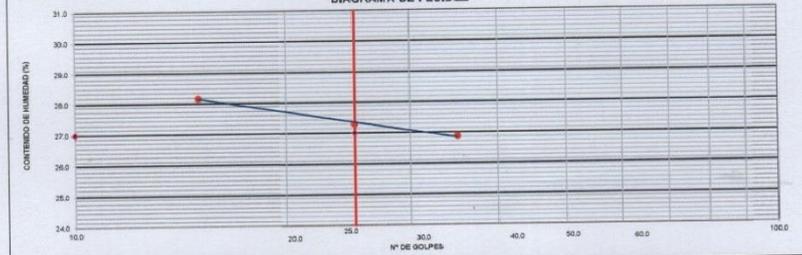
Muestra : C2-M1

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO	L - 15	L - 16	L - 17
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.32	51.89	52.45
TARRO + SUELO SECO	47.20	46.80	47.12
AGUA	5.12	5.09	5.33
PESO DEL TARRO	28.15	28.15	28.20
PESO DEL SUELO SECO	19.05	18.65	18.92
% DE HUMEDAD	26.88	27.29	28.17
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO	C - 1	C - 2
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.18	20.45
TARRO + SUELO SECO	19.16	19.39
AGUA	1.02	1.06
PESO DEL TARRO	14.22	14.55
PESO DEL SUELO SECO	4.94	4.84
% DE HUMEDAD	20.65	21.90

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	27.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	5.0	

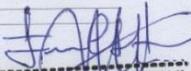
**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

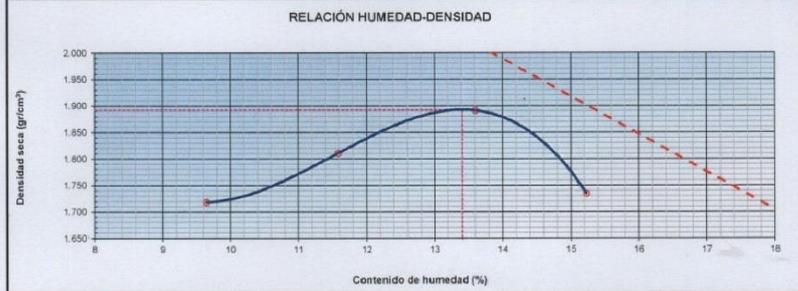
  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TSCHMDA/HFHC-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	04-01-2024
		<b>Página</b>	de 6 4

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
<b>Ubicación</b>	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
<b>Fecha de emisión</b>	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Muestra</b>	: C2-M1
	SUCS: CL - ML AASHTO: A-4 (1)

Método					
A					
COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5641.00	5768.00	5887.00	5748.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1759.00	1886.00	2005.00	1866.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.02	2.15	2.00
Peso del suelo húmedo+tara	gr	342.20	410.20	356.30	345.20
Peso del suelo seco + tara	gr	315.20	372.30	318.20	304.20
Tara	gr	35.20	45.00	38.00	35.00
Peso de agua	gr	27.00	37.90	38.10	41.00
Peso del suelo seco	gr	280.00	327.30	280.20	269.20
Contenido de agua	%	9.64	11.58	13.60	15.23
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.719	1.811	1.891	1.735
<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		2.530		<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.892
				<b>Humedad óptima (%)</b>	13.4



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>3</sup> (1700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N° 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01 OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016</b>	Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C2-M1
	SUCS : CL - ML AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACIÓN						
Molde Nº	10	12	14	10	12	14
Capas Nº	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55	26	26	26	26	26
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12100.00	12240.00	11635.00	11841.00	11750.00	11950.00
Peso de molde (g)	7884.00	7884.00	7496.00	7496.00	7823.00	7823.00
Peso del suelo húmedo (g)	4416.00	4556.00	4139.00	4345.00	3927.00	4127.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2057.75	2057.75	2036.09	2036.09	2046.91	2046.91
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.146	2.214	2.033	2.134	1.919	2.016
Peso suelo húmedo + tara (g)	352.30	345.20	344.20	365.90	355.20	364.80
Peso suelo seco + tara (g)	315.20	303.50	307.00	322.30	317.60	322.30
Peso de tara (g)	37.00	35.00	31.00	35.00	31.00	31.00
Peso de agua (g)	37.10	41.70	37.20	43.60	37.60	42.50
Peso de suelo seco (g)	278.20	268.50	276.00	287.30	286.60	269.30
Contenido de humedad (%)	13.3	15.5	13.5	15.2	13.1	15.8
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.894	1.916	1.791	1.853	1.696	1.741

EXPANSIÓN										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			mm	%		mm	%		mm	%
17/4/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
18/4/2024	24	6.540	6.540	5.7	6.450	6.450	5.6	6.480	6.480	5.6
19/4/2024	48	6.980	6.980	6.0	6.880	6.880	6.0	6.870	6.870	6.5
		7.550	7.550	6.5	7.650	7.650	6.6	7.890	7.890	6.8

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 10			MOLDE Nº 12			MOLDE Nº 14			Presión (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCIÓN %
		Presión (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCIÓN %	Presión (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCIÓN %	Presión (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCIÓN %			
0.000			0			0			0				
0.635		0.8	16.3		0.7	13.2		0.6	10.8				
1.270		1.5	28.6		1.2	22.5		0.8	15.6				
1.905		2.4	46.5		1.8	34.6		1.4	26.3				
2.540	70.45	4.2	81.2	145.1	10.3	3.2	61.5	125.1	8.9	1.8	34.8	90.8	6.4
3.180		6.5	125.6		4.3	84.5		2.7	51.6				
3.810		9.1	177.5		6.1	118.5		4.6	88.5				
5.080	105.68	11.0	213.5	260.8	12.3	9.7	188.0	218.2	10.3	6.8	132.2	163.7	7.7
7.620		13.6	265.3			11.0	213.2		8.7	168.3			
10.160													
12.700													

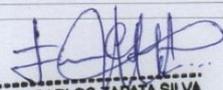
**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamicas TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

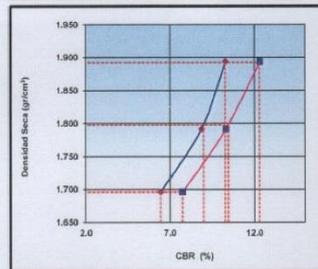
  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016		Versión	01
			Fecha	04-01-2024
			Página	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba,
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C2-M1
	SUCS : CL - ML AASHTO: A-4 (1)

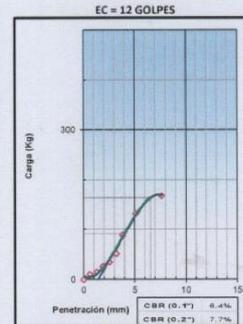
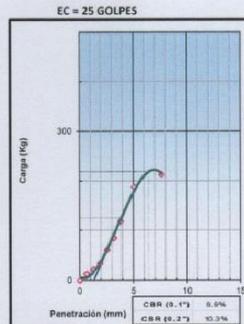
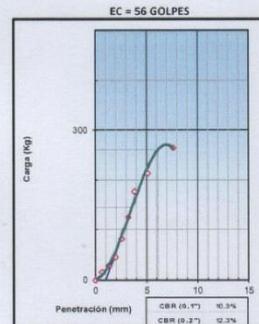


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.892  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.4  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.798

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 10.3	0.2": 12.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 9.0	0.2": 10.5

RESULTADOS (0.2"):  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 12.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.5 (%)

RESULTADOS (0.1"):  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.0 (%)



Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristic of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OI-M2D003579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: CHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

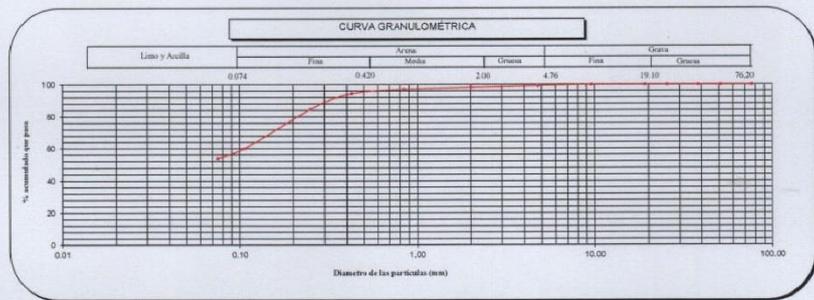
  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



<b>INFORME</b>  <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b> <b>MTC E 107 - 2016</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFC-PN
	Versión	01
	Fecha	04-01-2024
	Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamari Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible. Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA																																																																																																										
Muestra	C3-M1																																																																																																									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>Peso (g)</th> <th>% Retenido parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% que pasa</th> <th>CARACTERIZACIÓN DEL SUELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº 3"</td> <td>76.200</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Límite Líquido (LL) 28.0</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>50.800</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Límite Plástico (LP) 22.0</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>38.100</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Índice Plástico (IP) 6.0</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25.400</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487 CL - ML</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19.100</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282 A-4</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.520</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Índice de Grupo 1</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4.750</td> <td>7</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>99.1</td> <td>% Grava 0.9</td> </tr> <tr> <td>Nº 10</td> <td>2.000</td> <td>7.0</td> <td>0.9</td> <td>1.8</td> <td>98.2</td> <td>% Arena 45.3</td> </tr> <tr> <td>Nº 20</td> <td>0.840</td> <td>10.1</td> <td>1.3</td> <td>3.1</td> <td>96.9</td> <td>% &lt; Nº 200 53.8</td> </tr> <tr> <td>Nº 40</td> <td>0.425</td> <td>20.2</td> <td>2.6</td> <td>5.7</td> <td>94.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 60</td> <td>0.250</td> <td>75.2</td> <td>9.7</td> <td>15.4</td> <td>84.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 140</td> <td>0.106</td> <td>190.7</td> <td>24.6</td> <td>40.0</td> <td>60.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0.075</td> <td>48.1</td> <td>6.2</td> <td>46.2</td> <td>53.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>&lt; 200</td> <td>MTC E 137</td> <td>416.9</td> <td>53.8</td> <td>100.0</td> <td>0.0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	Nº 3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL) 28.0	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP) 22.0	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP) 6.0	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487 CL - ML	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282 A-4	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 1	Nº 4	4.750	7	0.9	0.9	99.1	% Grava 0.9	Nº 10	2.000	7.0	0.9	1.8	98.2	% Arena 45.3	Nº 20	0.840	10.1	1.3	3.1	96.9	% < Nº 200 53.8	Nº 40	0.425	20.2	2.6	5.7	94.3		Nº 60	0.250	75.2	9.7	15.4	84.6		Nº 140	0.106	190.7	24.6	40.0	60.0		Nº 200	0.075	48.1	6.2	46.2	53.8		< 200	MTC E 137	416.9	53.8	100.0	0.0	
	Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO																																																																																																			
	Nº 3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL) 28.0																																																																																																			
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP) 22.0																																																																																																			
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP) 6.0																																																																																																			
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487 CL - ML																																																																																																			
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282 A-4																																																																																																			
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 1																																																																																																			
	Nº 4	4.750	7	0.9	0.9	99.1	% Grava 0.9																																																																																																			
	Nº 10	2.000	7.0	0.9	1.8	98.2	% Arena 45.3																																																																																																			
	Nº 20	0.840	10.1	1.3	3.1	96.9	% < Nº 200 53.8																																																																																																			
	Nº 40	0.425	20.2	2.6	5.7	94.3																																																																																																				
	Nº 60	0.250	75.2	9.7	15.4	84.6																																																																																																				
	Nº 140	0.106	190.7	24.6	40.0	60.0																																																																																																				
	Nº 200	0.075	48.1	6.2	46.2	53.8																																																																																																				
< 200	MTC E 137	416.9	53.8	100.0	0.0																																																																																																					
<table border="1"> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td>ASTM-D4318</td> <td>28.0</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP)</td> <td>ASTM-D4318</td> <td>22.0</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td></td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>Clasificación (S.U.C.S.)</td> <td>ASTM-D2487</td> <td>CL - ML</td> </tr> <tr> <td>Clasificación (AASHTO)</td> <td>ASTM-D3282</td> <td>A-4</td> </tr> <tr> <td>Índice de Grupo</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </table>	Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	28.0	Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	22.0	Índice Plástico (IP)		6.0	Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL - ML	Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-4	Índice de Grupo		1																																																																																								
Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	28.0																																																																																																								
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	22.0																																																																																																								
Índice Plástico (IP)		6.0																																																																																																								
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL - ML																																																																																																								
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-4																																																																																																								
Índice de Grupo		1																																																																																																								
Nombre de grupo	: Arcilla limo arenoso de baja plasticidad																																																																																																									



- Referencias :
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregate
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1540-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GrantTest

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

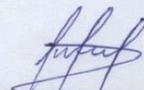
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	52.0	52.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	420.0	362.3	326.3		
Peso tara + muestra seca (g)	385.3	332.3	300.2		
Peso de agua (g)	34.7	30.0	26.1		
Peso de suelo seco (g)	333.3	280.3	250.2		
Contenido de Humedad (%)	10.4	10.7	10.4		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>10.5</b>				

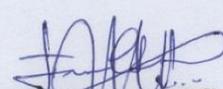
**Observaciones :****Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - OMM-249-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - OMM-245-2019 (15-04-19)

  
MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

  
JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

**INFORME****LÍMITES DE ATTERBERG  
MTCE 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

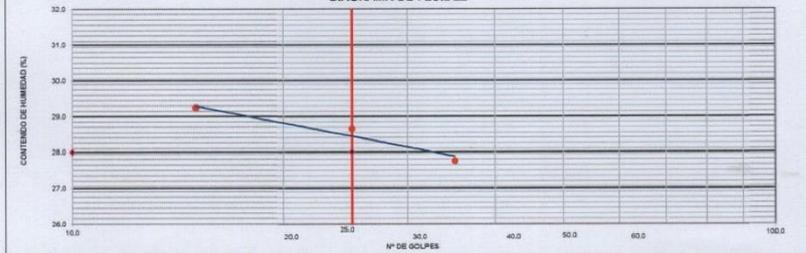
Muestra : C3-M1

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

	A - 1	A - 2	A - 3
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 52.35	52.55	52.06
TARRO + SUELO SECO	gr 47.15	47.15	46.40
AGUA	gr 5.20	5.40	5.66
PESO DEL TARRO	gr 28.41	28.30	27.05
PESO DEL SUELO SECO	gr 18.74	18.85	19.35
% DE HUMEDAD	27.75	28.65	29.25
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

	A - 10	A - 11
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 20.22	20.41
TARRO + SUELO SECO	gr 19.15	19.35
AGUA	gr 1.07	1.06
PESO DEL TARRO	gr 14.32	14.45
PESO DEL SUELO SECO	gr 4.83	4.90
% DE HUMEDAD	22.15	21.63

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)	28.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - OMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzner-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDAHFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-10-2021
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

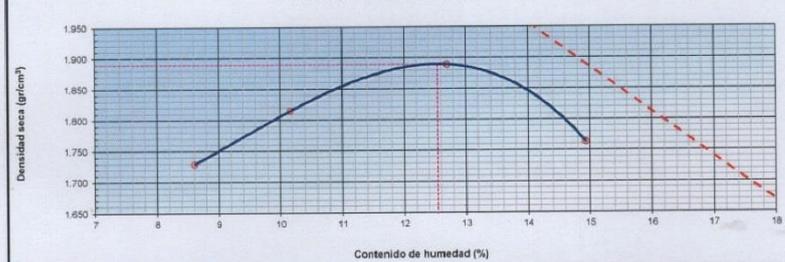
Muestra : C3-M1 SUCS : CL - ML  
AASHTO : A-4 (1)

Método : A

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5635.00	5748.00	5869.00	5774.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1753.00	1866.00	1987.00	1892.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.00	2.13	2.03
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.20	432.20	355.60	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	302.20	395.30	319.50	322.30
Tara	gr	35.00	32.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.00	36.90	36.10	42.90
Peso del suelo seco	gr	267.20	363.30	284.50	287.30
Contenido de agua	%	8.61	10.16	12.69	14.93
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.729	1.815	1.889	1.764
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.889
			Humedad óptima (%)		12.5

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>2</sup> (2700 kN-m/m<sup>2</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N° 4.
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TML2: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>MTC E 132 - 2016</b>		Versión	01
			Fecha	04-01-2024
			Página	5 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
**Universidad** : César Vallejo  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
**Ubicación** : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
**Fecha de emisión** : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C3-M1 SUCS : CL - ML  
AASHTO: A-4 (1)

**COMPACTACION**

	20		25		30	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	20	20	25	25	30	30
Capas Nº	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55	55	26	26	12	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11835.00	12050.00	11646.00	11815.00	11450.00	11624.00
Peso de molde (g)	7440.00	7440.00	7473.00	7473.00	7519.00	7519.00
Peso del suelo húmedo (g)	4395.00	4610.00	4173.00	4342.00	3931.00	4105.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2074.07	2074.07	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.119	2.223	2.017	2.099	1.900	1.984
Peso suelo húmedo + tara (g)	405.20	415.20	385.20	451.20	374.50	462.30
Peso suelo seco + tara (g)	365.30	367.50	345.20	400.20	336.20	410.20
Peso de tara (g)	35.00	35.00	32.00	35.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	39.90	47.70	40.00	51.00	38.30	52.10
Peso de suelo seco (g)	330.30	332.50	313.20	365.20	305.20	357.20
Contenido de humedad (%)	12.1	14.3	12.8	14.0	12.5	14.6
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.891	1.944	1.789	1.842	1.688	1.732

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL		DIAL		DIAL		DIAL	
		EXPANSION	EXPANSION	EXPANSION	EXPANSION	EXPANSION	EXPANSION		
17/4/2024	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18/4/2024	24	6.500	6.500	6.480	6.480	6.660	6.660	6.660	6.660
19/4/2024	48	6.950	6.950	7.020	7.020	7.010	7.010	7.010	7.010
		7.660	7.660	7.650	7.650	7.850	7.850	7.850	7.850

**PENETRACION**

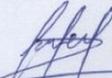
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 20						MOLDE Nº 25						MOLDE Nº 30					
		Presion		CARGA		CORRECCION		Presion		CARGA		CORRECCION		Presion		CARGA		CORRECCION	
		(kg/cm <sup>2</sup> )	kg	kg	%	(kg/cm <sup>2</sup> )	kg	kg	%	(kg/cm <sup>2</sup> )	kg	kg	%	(kg/cm <sup>2</sup> )	kg	kg	%		
0.000		0						0						0					
0.635		1.1	21.3					0.8	16.5					0.7	13.8				
1.270		1.5	29.3					1.2	23.5					1.0	19.5				
1.905		2.2	42.2					1.7	33.4					1.5	29.6				
2.540	70.45	3.5	68.5	145.1	10.3			2.7	51.8	119.9	8.5			2.3	45.2	73.5	5.2		
3.180		5.5	107.5					4.4	84.9					3.1	61.2				
3.810		9.0	174.6					6.3	134.6					4.9	94.6				
5.080	105.68	10.7	208.6	257.1	12.1			8.9	173.2	213.7	10.1			5.9	115.6	133.7	6.3		
7.620		13.2	256.3					11.1	215.3					7.0	135.2				
10.160																			
12.700																			

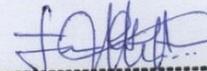
**Referencia:**

- ASTM D 1583-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M3D0023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.35 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Juego de táncicos TM2: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



### INFORME

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016

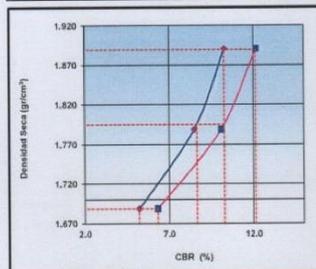
Código	IF-TS-CHMDA/FNC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

#### DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

#### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C3-M1 SUCS : CL - ML  
ASHTO : A-4 (1)



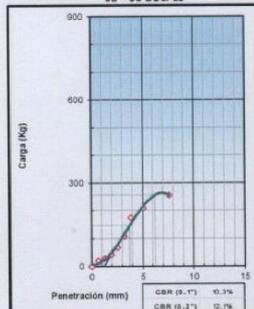
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.889  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.5  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.795

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 10.3	0.2": 12.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 8.7	0.2": 10.3

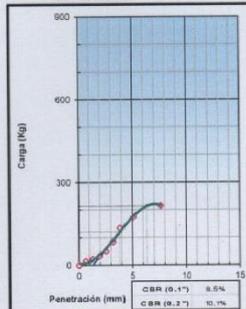
**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 12.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.3 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.7 (%)

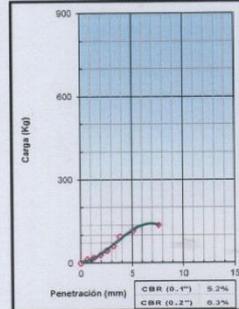
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



#### Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Oros pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

#### Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada HPPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016

Código	IF-TS-CHMDANFNC-PR
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible. Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

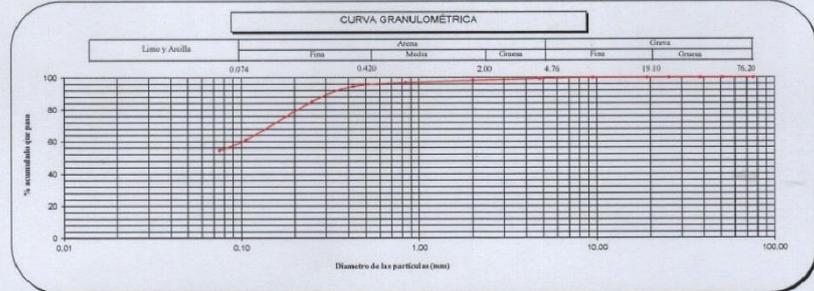
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C3-M1

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)
3"		76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	29.0
2"		50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	23.0
1 1/2"		38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	6.0
1"		25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
3/4"		19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
3/8"		9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	1
Nº 4		4.760	7	0.8	0.8	99.2	% Grava	0.8
Nº 10		2.000	7.0	0.9	1.7	98.3	% Arena	44.6
Nº 20		0.840	10.2	1.3	3.0	97.0	% < Nº 200	54.6
Nº 40		0.425	18.8	2.4	5.4	94.6	Descripción de Muestra: Limo arenoso de baja plasticidad	
Nº 60		0.250	73.5	9.4	14.8	85.2		
Nº 140		0.106	188.5	24.1	38.9	61.1		
Nº 200		0.075	50.8	6.5	45.4	54.6		
< 200		MTC E 137	427.0	54.6	100.0	0.0		

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	29.0
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	23.0
Índice Plástico (IP)		6.0
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		1

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad



- Referencias :
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-02a1 Standard practice for classification of soils aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-05 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01; OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Morno METROTREX-01; CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-01; OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMAZ; GranTest

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 56346

**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
**Universidad** : César Vallejo  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
**Ubicación** : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
**Fecha de emisión** : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C3-M1

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	51.0	51.0	51.0		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	419.3	365.2	330.2		
Peso tara + muestra seca	(g)	382.3	333.5	302.3		
Peso de agua	(g)	37.0	31.7	27.9		
Peso de suelo seco	(g)	331.3	282.5	251.3		
Contenido de Humedad	(%)	11.2	11.2	11.1		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>11.2</b>				

**Observaciones :**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYMAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

**INFORME**

Código	IF-TS-CHMDA7HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016****DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

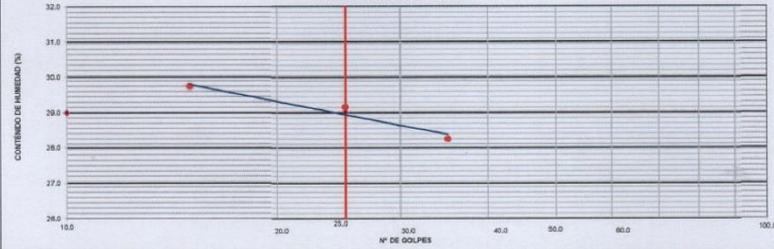
Muestra : C3-M1

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO	C - 1	C - 2	C - 3
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.45	52.33	52.41
TARRO + SUELO SECO	47.10	46.85	46.68
AGUA	5.35	5.48	5.73
PESO DEL TARRO	28.15	28.05	27.42
PESO DEL SUELO SECO	18.95	18.80	19.26
% DE HUMEDAD	28.23	29.15	29.75
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO	A - 1	A - 2
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.25	20.35
TARRO + SUELO SECO	19.14	19.25
AGUA	1.11	1.10
PESO DEL TARRO	14.22	14.35
PESO DEL SUELO SECO	4.92	4.90
% DE HUMEDAD	22.56	22.45

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)	29.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuel-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/FHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

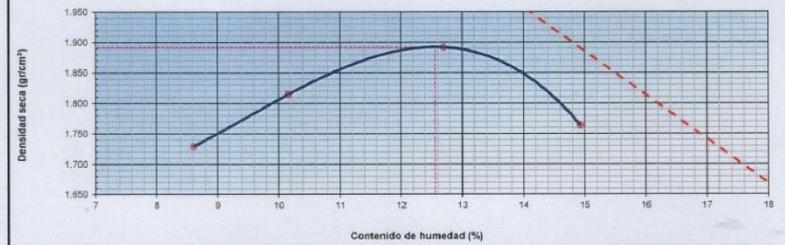
**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : BIAxIAL 7.0 cm  
Muestra : C3-M1  
Método : A  
SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (1)

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5635.00	5748.00	5872.00	5774.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1753.00	1866.00	1990.00	1892.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.00	2.13	2.03
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.20	432.20	355.60	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	302.20	395.30	319.50	322.30
Tara	gr	35.00	32.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.00	36.90	36.10	42.90
Peso del suelo seco	gr	267.20	363.30	284.50	287.30
Contenido de agua	%	8.61	10.16	12.69	14.93
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.729	1.815	1.892	1.764
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.892
			Humedad óptima (%)		12.6

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Fsb/f/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pisón Manual.
- Facente la NR 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



INFORME

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTCE 132 - 2016

Código IF-TS-CHMDANFHC-PN

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 5 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción : BIAxIAL 7.0 cm  
Muestra : C3-M1  
SUCS: ML  
AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACION

Molde Nº	42		43		44	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55	26	26	12	12	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12200.00	12365.00	12168.00	12341.00	11795.00	11925.00
Peso de molde (g)	7793.00	7793.00	8001.00	8001.00	7822.00	7822.00
Peso del suelo húmedo (g)	4407.00	4572.00	4167.00	4340.00	3973.00	4103.00
Volumen del molde (cm³)	2071.35	2071.35	2071.35	2071.35	2093.20	2093.20
Densidad húmeda (g/cm³)	2.128	2.207	2.012	2.095	1.898	1.960
Peso suelo húmedo + tara (g)	384.00	322.30	386.60	362.30	375.60	350.20
Peso suelo seco + tara (g)	345.20	285.30	347.50	321.20	337.10	313.20
Peso de tara (g)	32.00	32.00	35.00	35.00	32.00	51.00
Peso de agua (g)	38.80	37.00	39.10	41.10	38.50	37.00
Peso de suelo seco (g)	313.20	253.30	312.50	286.20	305.10	262.20
Contenido de humedad (%)	12.4	14.6	12.5	14.4	12.6	14.1
Densidad seca (g/cm³)	1.893	1.926	1.788	1.832	1.685	1.718

EXPANSION

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
2/5/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/5/2024	24	6.100	6.100	5.3	6.250	6.250	5.4	6.400	6.420	5.6
4/5/2024	48	6.740	6.740	5.8	6.780	6.780	5.9	6.910	6.910	6.0
5/5/2024	72	7.450	7.450	6.5	7.450	7.450	6.5	7.770	7.770	6.7

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 42			MOLDE Nº 43			MOLDE Nº 44		
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %
		kg	kg	%	kg	kg	%	kg	kg	%
0.000		0			0			0		
0.635		0.7	14.3		0.6	12.3		0.5	10.2	
1.270		1.7	32.1		1.2	24.2		0.9	18.2	
1.905		2.8	54.2		2.1	41.2		1.4	26.3	
2.540	70.45	4.1	79.6		3.2	62.3		2.9	55.5	
3.180		6.9	135.0		5.7	110.2		4.6	89.6	
3.810		10.8	210.2		9.2	178.6		6.8	132.2	
5.080	105.68	14.9	290.2		12.4	241.2		9.1	177.8	
7.620		16.7	324.5		14.8	288.6		11.4	221.6	
10.160										
12.700										

Referencia:

- ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Carga de Carga Tipo "S": S-CL-M42003579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CM-080-2019 (15-04-19)

MIGUEL ÁNGEL ALFARO HUAYANKAY  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 56346



INFORME

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016

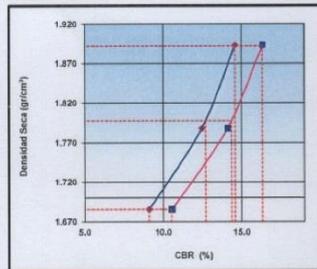
Código	IF-TS-CHMDAHFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción : BIAXIAL 7.0 cm  
 Muestra : C3-M1  
 SUCS : ML  
 AASHTO : A-4 (1)



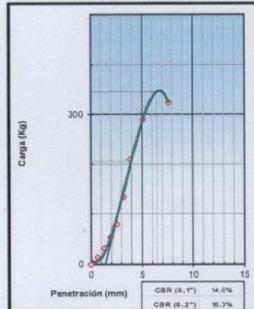
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.892  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.6  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.798

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 14.6	0.2": 16.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 12.7	0.2": 14.4

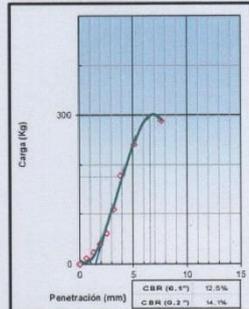
RESULTADOS (0.2"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 16.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.4 (%)

RESULTADOS (0.1"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 14.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.7 (%)

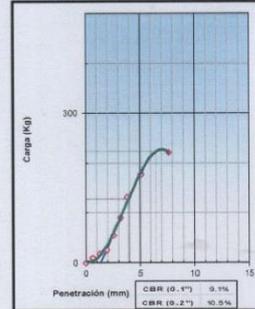
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida SI
- Platin de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "SI", S-OI-M2DQ23579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-02: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 HISGEOLAB S.A.C.

JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

**INFORME****ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/NFHC-PR
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

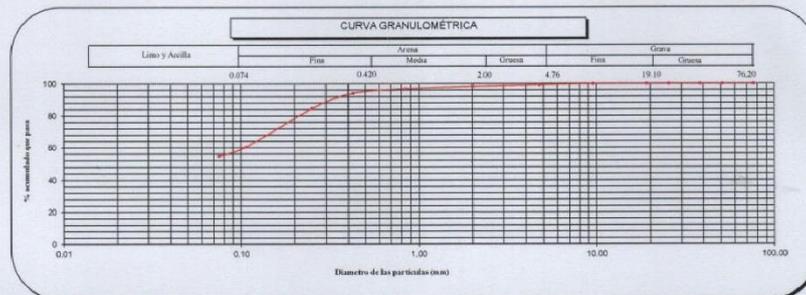
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra	C3-M1
---------	-------

Malla	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)					Limite Líquido ( LL )	Limite Plástico ( LP )
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Limite Líquido ( LL )	28.0	
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Limite Plástico ( LP )	22.0	
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico ( IP )	6.0	
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	ML	
3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-4	
3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	1	
Nº 4	4.760	7	0.9	0.9	99.1	% Grava	0.9	
Nº 10	2.000	7.2	0.9	1.8	98.2	% Arena	44.4	
Nº 20	0.840	11.2	1.4	3.2	96.8	% < Nº 200	54.7	
Nº 40	0.425	22.3	2.8	6.0	94.0			
Nº 60	0.250	75.8	9.5	15.5	84.5			
Nº 140	0.106	192.3	24.1	39.6	60.4			
Nº 200	0.075	45.5	5.7	45.3	54.7			
< 200	MTC E 137	436.4	54.7	100.0	0.0			

Limite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	28.0
Limite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	22.0
Índice Plástico ( IP )		6.0
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	ML
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		1

Nombre de grupo : Arcilla limo arenosa de baja plasticidad

**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04a1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 µm) sieve

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-06-19)
- Horno METROTEST-02: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMO: GranTest

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 56346

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/RPHC-PN
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016</b>		Versión	01
			Fecha	04-01-2024
			Página	2 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
**Universidad** : César Vallejo  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
**Ubicación** : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
**Fecha de emisión** : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C3-M1

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	51.0	52.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	380.2	352.3	362.3		
Peso tara + muestra seca	(g)	348.2	323.3	329.6		
Peso de agua	(g)	32.0	29.0	32.7		
Peso de suelo seco	(g)	297.2	271.3	279.6		
Contenido de Humedad	(%)	10.8	10.7	11.7		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>11.1</b>				

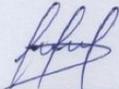
**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



HISGEOLAB S.A.C.

### INFORME

Código IF-TS-CHMDANFHC-PN

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 3 de 6

### LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 & E 111 - 2016

#### DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

#### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C3-M1

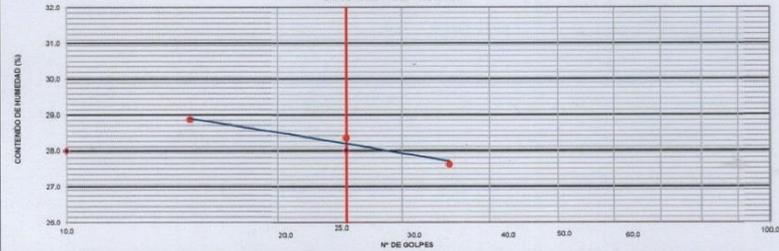
#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)

	C - 4	C - 5	C - 6
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 51.66	52.10	52.31
TARRO + SUELO SECO	gr 46.32	46.80	46.90
AGUA	gr 5.34	5.30	5.41
PESO DEL TARRO	gr 26.98	28.10	28.16
PESO DEL SUELO SECO	gr 19.34	18.70	18.74
% DE HUMEDAD	27.61	28.34	28.87
Nº DE GOLPES	35	25	15

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)

	A - 4	A - 5
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 20.52	20.45
TARRO + SUELO SECO	gr 19.37	19.30
AGUA	gr 1.15	1.15
PESO DEL TARRO	gr 14.20	14.19
PESO DEL SUELO SECO	gr 5.17	5.11
% DE HUMEDAD	22.24	22.50

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



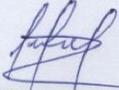
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	28.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	22.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

#### Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

#### Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Cope Casagrande CCG-01: Pmsuar-CUM-386-2019 (15-04-2019)

  
MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

  
JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HISGEOLAB S.A.C.



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

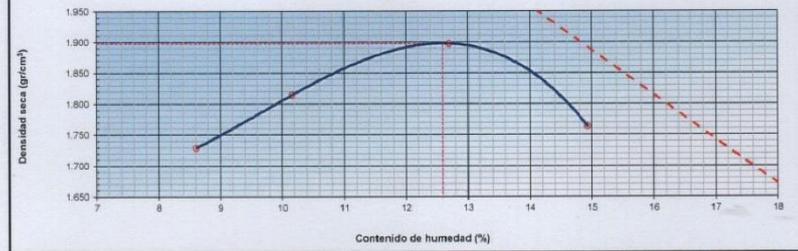
Descripción : BIAIXIAL 12.0 cm  
Muestra : C3-M1  
Método : A

SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (1)

**COMPACTACIÓN**

	gr	5635.00	5748.00	5878.00	5774.00
Peso suelo + molde	gr	5635.00	5748.00	5878.00	5774.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1753.00	1866.00	1996.00	1892.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.00	2.14	2.03
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.20	432.20	355.60	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	302.20	395.30	319.50	322.30
Tara	gr	35.00	32.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.00	36.90	36.10	42.90
Peso del suelo seco	gr	267.20	363.30	284.50	287.30
Contenido de agua	%	8.61	10.16	12.69	14.93
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.729	1.815	1.898	1.764
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.898
				Humedad óptima (%)	12.6

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N° 4.
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMA-243-2018 (15-04-19)
- Norma METROTEST-01: CMA-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TM2: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>MTC E 132 - 2016</b>		Versión	01
			Fecha	04-01-2024
			Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	: BIAXIAL 12.0 cm
Muestra	: C3-M1
	SUCS : ML AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACIÓN						
Molde Nº	29		30		31	
	Capas Nº	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12110.00	12457.00	11656.00	11848.00	11510.00	11740.00
Peso de molde (g)	7669.00	7669.00	7519.00	7519.00	7590.00	7590.00
Peso del suelo húmedo (g)	4441.00	4788.00	4137.00	4329.00	3920.00	4150.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2074.07	2074.07	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.141	2.309	2.000	2.093	1.895	2.006
Peso suelo húmedo + tara (g)	312.00	325.30	380.20	352.30	362.30	351.20
Peso suelo seco + tara (g)	280.00	288.30	342.20	312.30	325.30	314.20
Peso de tara (g)	30.00	34.00	32.00	35.00	33.00	53.00
Peso de agua (g)	32.00	37.00	38.00	40.00	37.00	37.00
Peso de suelo seco (g)	250.00	254.30	310.20	277.30	293.30	261.20
Contenido de humedad (%)	12.8	14.5	12.3	14.4	12.6	14.2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.898	2.015	1.782	1.829	1.883	1.757

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN								
		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
24/4/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
25/4/2024	24	6.850	6.850	5.9	6.780	6.780	5.9	7.660	7.660	6.6
26/4/2024	48	7.350	7.350	6.4	7.380	7.380	6.4	8.020	8.020	6.9
		7.790	7.790	6.7	7.920	7.920	6.9	8.350	8.350	7.2

PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	PENETRACIÓN								
		MOLDE Nº 29			MOLDE Nº 30			MOLDE Nº 31		
		Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION kg	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION kg	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION kg
0.000		0			0			0		
0.635		0.7	13.2		0.6	12.1		0.5	9.6	
1.270		1.2	22.6		0.9	17.2		0.8	14.6	
1.905		1.7	33.2		1.4	26.3		1.1	22.3	
2.540	70.45	4.1	79.5		2.8	55.2		1.7	32.8	
3.180		5.9	115.3		4.6	89.6		3.4	65.8	
3.810		10.0	195.3		6.8	132.3		4.7	91.2	
5.080	105.68	13.1	255.6		10.8	210.3		7.0	135.2	
7.620		14.7	285.3		12.6	245.3		9.2	178.2	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>2</sup> (2700 kN-m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Célula de Carga Tipo "S"; S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: CHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TM2: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada (MPM-01): METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



INFORME

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016

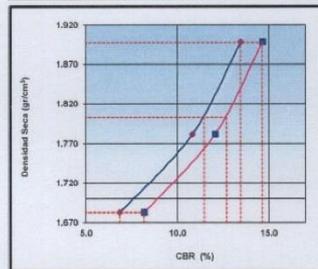
Código	IF-TS-CHMDA/HFC-PI
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción : BIAXIAL 12.0 cm  
 Muestra : C3-M1  
 SUCS : ML  
 AASHTO : A-4 (1)



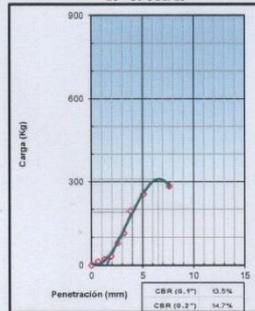
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.898  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.6  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.803

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	13.5	0.2"	14.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	11.5	0.2"	12.7

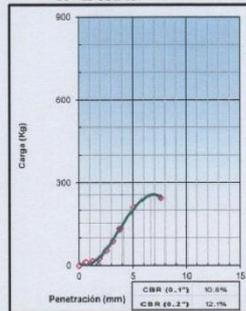
RESULTADOS (0.2"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 14.7 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.7 (%)

RESULTADOS (0.1"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11.5 (%)

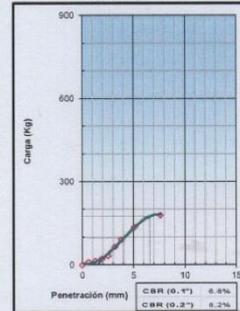
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristic of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Plátón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-CL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CTM-080-2019 (15-04-19)

MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 HISGEOLAB S.A.C.

JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016

Código	IF-TS-CHMDA/RHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

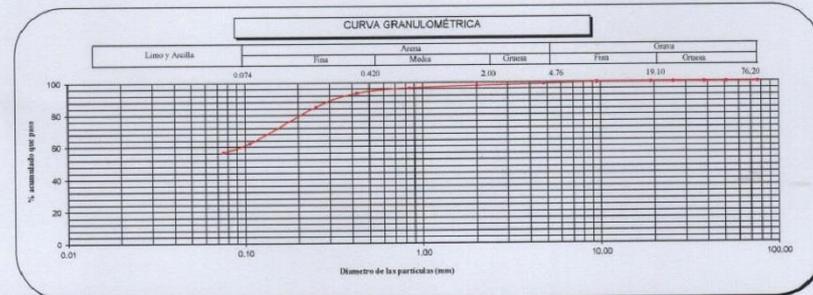
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C3-M1

N°	Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)
3"		76.200	0	0.0	0.0	100.0	30.0	24.0
2"		50.800	0	0.0	0.0	100.0	30.0	24.0
1 1/2"		38.100	0	0.0	0.0	100.0	30.0	24.0
1"		25.400	0	0.0	0.0	100.0	30.0	24.0
3/4"		19.100	0	0.0	0.0	100.0	30.0	24.0
3/8"		9.520	0	0.0	0.0	100.0	30.0	24.0
Nº 4		4.750	8	0.9	0.9	99.1	0.9	2
Nº 10		2.000	8.5	1.0	1.9	98.1	0.9	2
Nº 20		0.840	12.7	1.5	3.4	96.6	0.9	2
Nº 40		0.425	25.4	3.0	6.4	93.6	0.9	2
Nº 60		0.250	71.8	8.5	14.9	85.1	0.9	2
Nº 140		0.106	193.5	22.9	37.8	62.2	0.9	2
Nº 200		0.075	45.6	5.4	43.2	56.8	0.9	2
< 200		MTC E 137	479.9	56.8	100.0	0.0	0.0	0.0

Limite Líquido (LL)	ASTM-D4318	30.0
Limite Plástico (LP)	ASTM-D4318	24.0
Índice Plástico (IP)		6.0
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		2

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad



- Referencias :
- ASTM D 422-03 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-02: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: Grantest

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFC-PN
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016	Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	2 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	51.0	52.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	362.3	362.3	326.3		
Peso tara + muestra seca (g)	332.3	332.3	300.2		
Peso de agua (g)	30.0	30.0	26.1		
Peso de suelo seco (g)	281.3	280.3	250.2		
Contenido de Humedad (%)	10.7	10.7	10.4		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>10.6</b>				

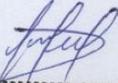
**Observaciones :**

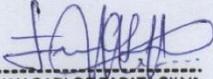
**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

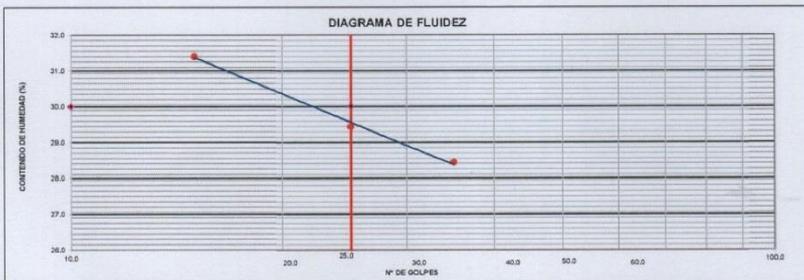
	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFC-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>		Versión	01
	<b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>		Fecha	04-01-2024
			Página	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C3-M1

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)				
Nº TARRO		C - 7	C - 8	C - 9
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.44	51.62	52.66
TARRO + SUELO SECO	gr	47.10	46.10	46.65
AGUA	gr	5.34	5.52	6.01
PESO DEL TARRO	gr	28.32	27.35	27.51
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.78	18.75	19.14
% DE HUMEDAD		28.43	29.44	31.40
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)				
Nº TARRO		A - 7	A - 8	
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.29	20.44	
TARRO + SUELO SECO	gr	19.10	19.24	
AGUA	gr	1.19	1.20	
PESO DEL TARRO	gr	14.25	14.19	
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.85	5.05	
% DE HUMEDAD		24.54	23.76	

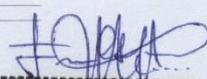


CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	30.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	24.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6.0	

**Referencia:** ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/RHFC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	de 6 4

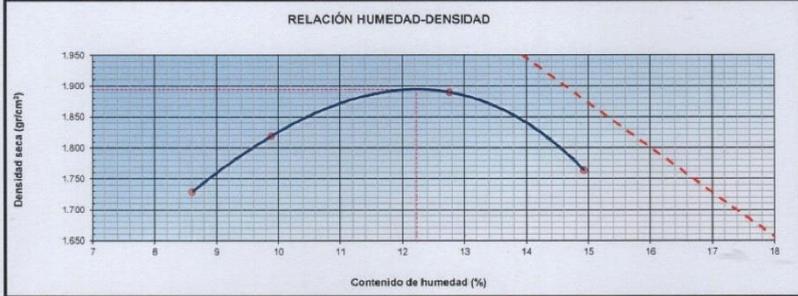
**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : BIAXIAL 17.0 cm  
 Muestra : C3-M1  
 Método : A  
 SUCS : ML  
 AASHTO : A-4 (2)

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5635.00	5748.00	5871.00	5774.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1753.00	1866.00	1989.00	1892.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.00	2.13	2.03
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.20	432.20	355.60	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	302.20	396.20	319.00	322.30
Tara	gr	35.00	32.00	32.00	35.00
Peso de agua	gr	23.00	36.00	36.60	42.90
Peso del suelo seco	gr	267.20	364.20	287.00	287.30
Contenido de agua	%	8.61	9.88	12.75	14.93
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.729	1.819	1.890	1.764
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.630		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.894
				Humedad óptima (%)	12.2



**Referencia**  
 - ASTM D 1557-01 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**  
 - Método Seco.  
 - Pison Manual.  
 - Pasante la N° 4.  
 - Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**  
 - Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
 - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
 - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
 - Juego de tamices TMZ: GranTest  
 - Martillo de compactación de energía modificada.

**MIGUEL ÁNGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/FHC-PR
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	Versión	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	Fecha	04-01-2024
		Página	5 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

PROGRESIVA	: BIAxIAL 17.0 cm	SUCS: ML
Muestra	: C3-M1	AASHTO: A-4 (2)

**COMPACTACION**

	62		63		64	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	55		26		12	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14250.00	14452.00	13940.00	11815.00	13856.00	11624.00
Peso de molde (g)	7519.00	7519.00	7539.00	7539.00	7783.00	7783.00
Peso del suelo húmedo (g)	6731.00	6933.00	6401.00	4276.00	6073.00	3841.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3180.82	3180.82	3180.80	3180.80	3180.80	3180.80
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.116	2.180	2.012	1.344	1.909	1.208
Peso suelo húmedo + tara (g)	330.00	321.30	380.20	366.30	370.20	362.30
Peso suelo seco + tara (g)	297.60	285.30	342.00	324.00	332.00	322.30
Peso de tara (g)	30.00	35.00	32.00	32.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	32.40	36.00	38.20	42.30	38.20	40.00
Peso de suelo seco (g)	267.60	250.30	310.00	292.00	301.00	269.30
Contenido de humedad (%)	12.1	14.4	12.3	14.5	12.7	14.9
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.888	1.905	1.792	1.174	1.694	1.051

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
24/4/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
25/4/2024	24	6.100	6.100	5.3	6.320	6.320	5.5	6.260	6.260	5.4
26/4/2024	48	6.350	6.350	5.5	6.740	6.740	5.8	6.780	6.780	5.9
		7.120	7.120	6.2	7.130	7.130	6.2	7.550	7.550	6.5

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 62						MOLDE Nº 63						MOLDE Nº 64											
		Presion		CARGA		CORRECCION		Presion		CARGA		CORRECCION		Presion		CARGA		CORRECCION							
		kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%					
0.000		0						0						0				0							
0.635		0.8	15.2					0.7	13.2					0.6	11.2										
1.270		1.1	21.3					1.0	18.6					0.8	16.2										
1.905		1.8	35.6					1.6	31.2					1.3	25.3										
2.540	70.45	3.4	65.3					2.9	55.6					2.0	38.4										
3.180		5.3	102.3					4.4	85.6					3.2	62.3										
3.810		8.5	165.3					6.4	125.3					4.9	94.6										
5.080	105.68	11.1	215.3					9.2	178.6					6.5	125.6										
7.620		14.2	275.3					11.6	225.3					9.2	178.3										
10.160																									
12.700																									

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M3DD23579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamicos TM2: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

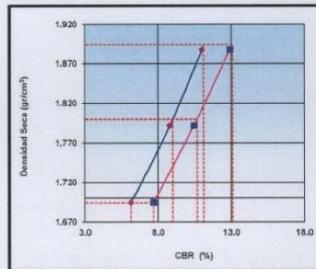
Código	IF-TS-CHMDA/FHC-PH
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : BIAIXIAL 17.0 cm  
Muestra : C3-M1  
SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (2)



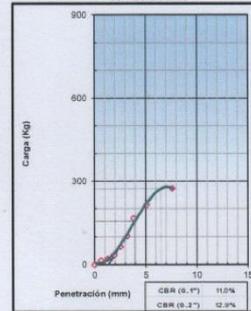
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.894  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.2  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.800

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 11.1	0.2": 13.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 9.0	0.2": 10.7

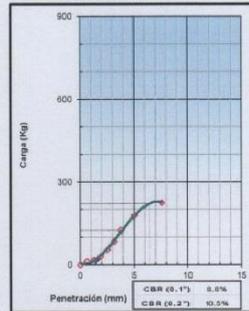
**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.7 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.0 (%)

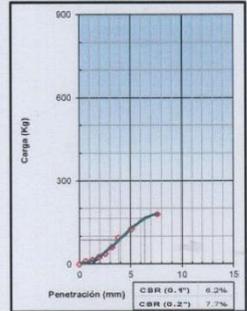
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**Referencia:**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 350,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada NPM-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMD/NFHC-PR
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>		Versión	01
<b>MTC E 107 - 2016</b>		Fecha	04-01-2024
		Página	1 de 6

**DATOS GENERALES**

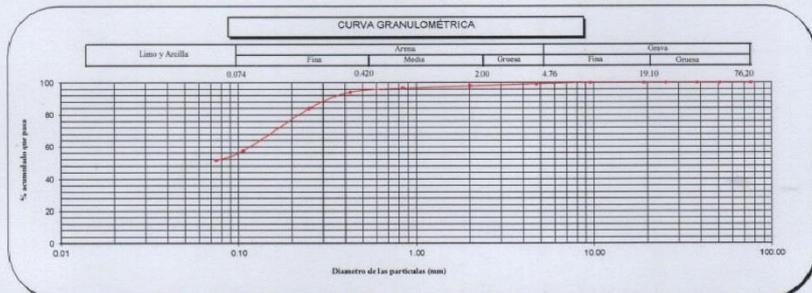
Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidaigo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra		Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Nº	Abertura (mm)							Limite Líquido ( LL )	Limite Plástico ( LP )
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		29.0	
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		23.0	
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		6.0	
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		ML	
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0		A-4	
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0		1	
	Nº 4	4.760	6	0.9	0.9	99.1		0.9	
	Nº 10	2.000	7.8	1.1	2.0	98.0		47.6	
	Nº 20	0.840	9.2	1.3	3.3	96.7		51.5	
	Nº 40	0.425	18.5	2.6	5.9	94.1			
	Nº 60	0.250	71.7	10.1	15.0	84.0			
	Nº 140	0.106	138.9	26.6	42.6	57.4			
	Nº 200	0.075	41.9	5.9	48.5	51.5			
	< 200	MTC E 137	365.7	51.5	100.0	0.0			

Limite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	29.0
Limite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	23.0
Índice Plástico ( IP )		6.0
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	ML
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		1

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad



- Referencias :**
- ASTM D 422-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2236-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 2082 (04e1) Standard practice for classification of soils- aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-05 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 µm) sieve

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-349-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC: GranTest

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346

**INFORME**

Código IF-TS-CHMDA/HFHC-PN

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 2 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

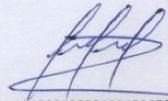
Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	52.0	52.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	388.5	416.3	365.3		
Peso tara + muestra seca	(g)	356.2	383.2	334.5		
Peso de agua	(g)	32.3	33.1	30.8		
Peso de suelo seco	(g)	304.2	331.2	284.5		
Contenido de Humedad	(%)	10.6	10.0	10.8		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>10.5</b>				

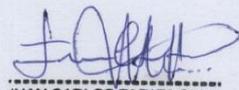
**Observaciones :****Referencia:**

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
HISGEOLAB S.A.C.

  
JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



**INFORME**

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra	: C3-M1
---------	---------

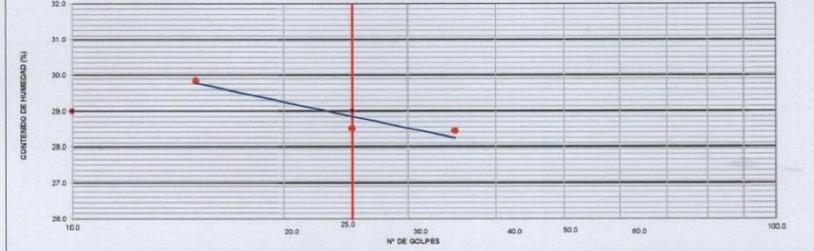
**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

	C-11	C-12	C-13
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 52.62	51.69	52.16
TARRO + SUELO SECO	gr 47.19	46.35	46.48
AGUA	gr 5.43	5.34	5.68
PESO DEL TARRO	gr 28.10	27.62	27.45
PESO DEL SUELO SECO	gr 19.09	18.73	19.03
% DE HUMEDAD	28.44	28.51	29.85
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

	A-10	A-11
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 20.33	20.54
TARRO + SUELO SECO	gr 19.22	19.38
AGUA	gr 1.11	1.16
PESO DEL TARRO	gr 14.25	14.29
PESO DEL SUELO SECO	gr 4.97	5.09
% DE HUMEDAD	22.33	22.79

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	29.0	OBSERVACIONES La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6.0	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pintuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

*Miguel Angel Alfaro Huayanay*  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

*Juan Carlos Zapata Silva*  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>		Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	de 6 4

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Descripción	: TRIAXIAL 7.0 cm
Muestra	: C3-M1
	SUCS : ML AASHTO : A-4 (I)

Método : A

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5638.00	5745.00	5850.00	5780.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1756.00	1863.00	1968.00	1898.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.00	2.11	2.03
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.20	432.20	355.60	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	301.50	394.00	321.20	323.30
Tara	gr	35.00	32.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.70	38.20	34.40	41.90
Peso del suelo seco	gr	266.50	362.00	286.20	288.30
Contenido de agua	%	8.89	10.55	12.02	14.53
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.728	1.805	1.882	1.775
	Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )	2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.895
			Humedad óptima (%)		12.7



**Referencia**

- ASTM D 1557-03 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.  
- Pison Manual.  
- Pasante la N° 4  
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
- Juego de tamices TMZ: GranTest  
- Martillo de compactación de energía modificada.

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>		Versión	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>		Fecha	04-01-2024
			Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	: TRIAXIAL 7.0 cm
Muestra	: C3-M1
	SUCS: ML AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACION						
Molde Nº	27		26		28	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11859.00	12050.00	11720.00	11925.00	11895.00	12050.00
Peso de molde (g)	7471.00	7471.00	7569.00	7569.00	7951.00	7951.00
Peso del suelo húmedo (g)	4388.00	4579.00	4151.00	4356.00	3944.00	4099.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2063.19	2063.19	2060.47	2060.47	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.127	2.219	2.015	2.114	1.902	1.976
Peso suelo húmedo + tara (g)	339.00	425.30	425.30	450.20	348.30	422.20
Peso suelo seco + tara (g)	305.20	375.20	381.50	398.50	312.30	372.00
Peso de tara (g)	30.00	35.00	32.00	35.00	32.00	32.00
Peso de agua (g)	33.80	50.10	43.80	51.70	36.00	50.20
Peso de suelo seco (g)	275.20	340.20	349.50	363.50	280.30	340.00
Contenido de humedad (%)	12.3	14.7	12.5	14.2	12.8	14.8
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.894	1.934	1.790	1.851	1.685	1.722

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
2/5/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/5/2024	24	6.320	6.320	5.5	6.510	6.510	5.8	6.260	6.260	5.4
4/5/2024	48	6.850	6.850	5.9	7.150	7.150	6.2	7.100	7.100	6.1
5/5/2024	72	7.250	7.250	6.3	7.650	7.650	6.6	7.800	7.800	6.8

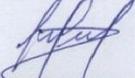
PENETRACION											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 27			MOLDE Nº 26			MOLDE Nº 28			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	
0.000			0			0			0		
0.635		1.0	20.3		0.9	17.3		0.8	14.6		
1.270		2.2	42.6		1.8	34.6		1.4	26.3		
1.905		4.3	84.2		2.7	52.2		2.2	42.2		
2.540	70.45	6.3	122.3	187.2	13.3	4.9	94.6	143.9	10.2	3.8	74.5
3.180		9.2	178.6		7.2	139.6		5.0	96.3		
3.810		12.1	235.2		9.7	189.5		5.9	115.6		
5.080	105.68	15.2	295.3	339.8	16.1	11.2	218.5	261.3	12.3	9.8	190.2
7.620		17.8	345.2		13.8	268.5		12.0	232.3		10.3
10.160											
12.700											

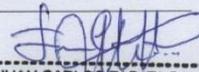
**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Patrón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "B": S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarimas TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



**INFORME**

**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132 - 2016

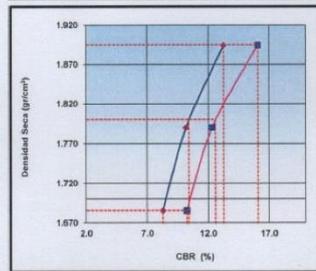
Código	IF-TS-CHMDA/HFC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción	: TRIAXIAL 7.0 cm	SUCS : ML
Muestra	: C3-M1	AASHTO : A-4 (1)

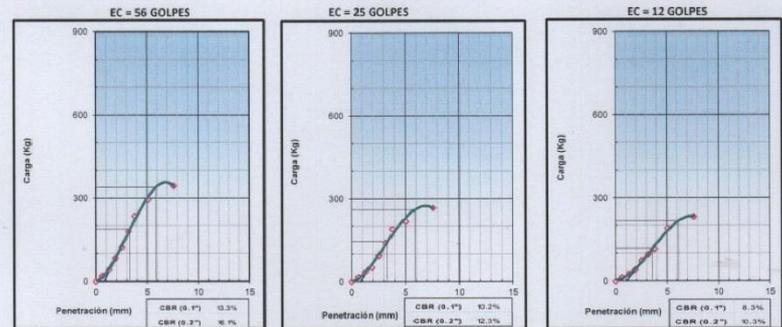


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.895
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.7
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.800

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 13.3	0.2": 16.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 10.4	0.2": 12.6

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 16.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.6 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.4 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 IN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (carga 5000 kg), Unidades de medida: 3
- Placa de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S", S-DL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Homo METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



**INFORME**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
**MTC E 107 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

**DATOS GENERALES**

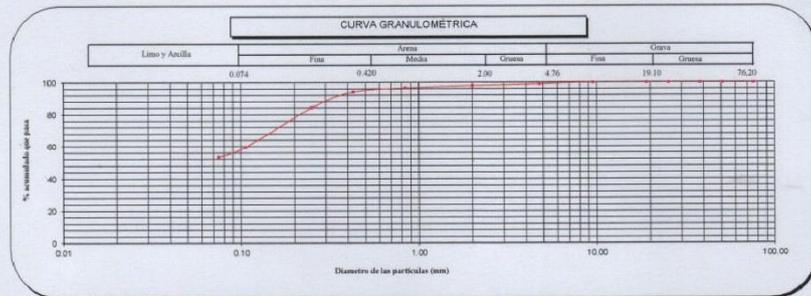
Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	C3-M1

Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
						Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)
Nº 3"	75.200	0	0.0	0.0	100.0	28.0	23.0
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	5.0	5.0
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	ML	A-4
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	1
3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.9
3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	% Arena	45.5
Nº 4	4.760	7	0.9	0.9	99.1	% < Nº 200	53.6
Nº 10	2.000	8.4	1.1	2.0	98.0	Descripción de Muestra:	
Nº 20	0.840	10.6	1.4	3.4	96.6	Limo arenoso de baja plasticidad	
Nº 40	0.425	19.0	2.5	5.9	94.1		
Nº 60	0.250	73.7	9.7	15.6	84.4		
Nº 140	0.106	188.5	24.8	40.4	59.6		
Nº 200	0.075	45.6	6.0	46.4	53.6		
< 200	MTC E 137	407.5	53.6	100.0	0.0		

Limite Líquido (LL) ASTM-D4318	28.0
Limite Plástico (LP) ASTM-D4318	23.0
Índice Plástico (IP)	5.0
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo	1

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad



- Referencias :**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GrantTest

**MIGUEL ÁNGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

 <b>HISGEO LAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 108 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	04-01-2024
		<b>Página</b>	2 de 6

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante</b>	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
<b>Ubicación</b>	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
<b>Fecha de emisión</b>	: 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra</b>	: C3-M1
----------------	---------

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	50.0	52.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	365.3	386.3	366.3		
Peso tara + muestra seca (g)	335.2	355.3	335.2		
Peso de agua (g)	30.1	31.0	31.1		
Peso de suelo seco (g)	285.2	303.3	285.2		
Contenido de Humedad (%)	10.6	10.2	10.9		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>10.6</b>				

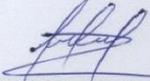
**Observaciones :**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



**INFORME**

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

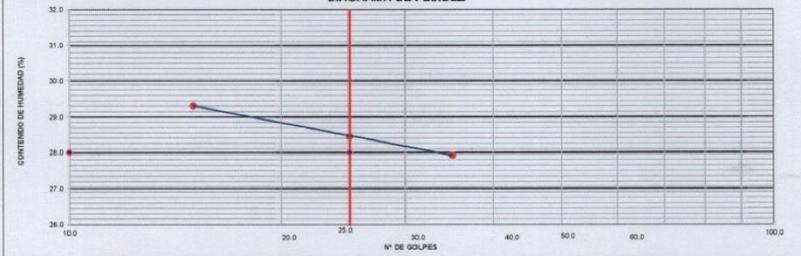
**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO		C - 15	C - 16	C - 17
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.15	51.66	51.62
TARRO + SUELO SECO	gr	46.95	46.32	46.05
AGUA	gr	5.20	5.34	5.57
PESO DEL TARRO	gr	28.33	27.55	27.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.62	18.77	19.00
% DE HUMEDAD		27.93	28.45	29.32
Nº DE GOLPES		35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO		A - 13	A - 14
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.51	20.55
TARRO + SUELO SECO	gr	19.39	19.38
AGUA	gr	1.12	1.17
PESO DEL TARRO	gr	14.52	14.45
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.87	4.93
% DE HUMEDAD		23.00	23.73

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	28.0
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	5.0

La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
 Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40.  
 Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01; CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01; CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01; Pinuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

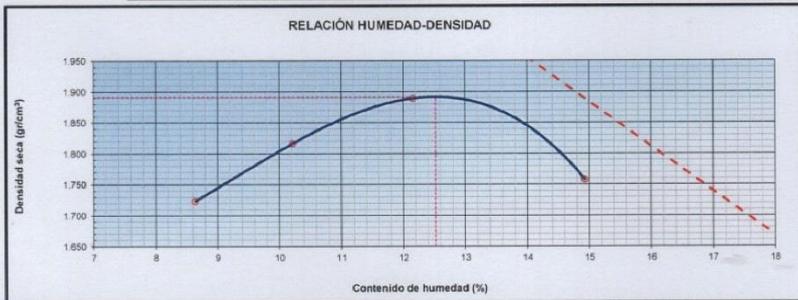
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	de 6 4

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

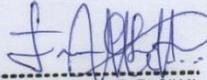
DATOS DE LA MUESTRA	
Descripción	: TRIAXIAL 12.0 cm
Muestra	: C3-M1
	SUCS : ML AASHTO: A-4 (1)
Método	: A

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5630.00	5751.00	5860.00	5768.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1748.00	1869.00	1978.00	1886.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.87	2.00	2.12	2.02
Peso del suelo húmedo+tara	gr	324.20	431.20	354.20	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	301.20	394.20	319.60	322.30
Tara	gr	35.00	32.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.00	37.00	34.60	42.90
Peso del suelo seco	gr	266.20	362.20	284.60	287.30
Contenido de agua	%	8.64	10.22	12.16	14.93
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.724	1.817	1.889	1.758
	Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )	2.530		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.892
				Humedad óptima (%)	12.5



- Referencia**
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Fsb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Observaciones:**
- Método Seco.
  - Pison Manual.
  - Pasante la Nº 4
  - Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.
- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GranTest
  - Martillo de compactación de energía modificada.

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	Versión	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	Fecha	04-01-2024
		Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	: TRIAXIAL 12.0 cm
Muestra	: C3-M1
	SUCS : ML AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACION						
Molde Nº	47		48		49	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12040.00	12188.00	11880.00	12030.00	11745.00	11935.00
Peso de molde (g)	7583.00	7583.00	7700.00	7700.00	7787.00	7787.00
Peso del suelo húmedo (g)	4457.00	4605.00	4180.00	4330.00	3958.00	4148.00
Volumen del molde (cm³)	2093.20	2093.20	2074.07	2074.07	2079.53	2079.53
Densidad húmeda (g/cm³)	2.129	2.200	2.015	2.088	1.903	1.995
Peso suelo húmedo + tara (g)	410.20	410.20	386.30	455.30	374.50	433.20
Peso suelo seco + tara (g)	368.30	362.30	346.20	403.20	336.20	385.20
Peso de tara (g)	35.00	35.00	31.00	32.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	41.90	47.90	40.10	52.10	38.30	48.00
Peso de suelo seco (g)	333.30	327.30	315.20	371.20	305.20	332.20
Contenido de humedad (%)	12.6	14.6	12.7	14.0	12.5	14.4
Densidad seca (g/cm³)	1.891	1.919	1.788	1.831	1.691	1.743

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
2/5/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/5/2024	24	6.200	6.200	5.4	6.450	6.450	5.6	6.230	6.230	5.4
4/5/2024	48	6.520	6.520	5.8	6.850	6.850	5.9	6.850	6.850	5.9
5/5/2024	72	6.120	6.120	5.3	7.320	7.320	6.3	7.350	7.350	6.4

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	PENETRACION								
		MOLDE Nº 47			MOLDE Nº 48			MOLDE Nº 49		
		Presion (kg/cm2)	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm2)	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm2)	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
0.000		0			0			0		
0.635		1.0	20.1		0.9	17.5		0.8	15.2	
1.270		2.0	39.4		1.6	30.2		1.3	25.3	
1.905		3.4	65.3		2.2	42.5		1.8	35.2	
2.540	70.45	5.1	99.8		4.5	88.3		3.4	65.3	
3.180		8.3	162.2		7.0	135.2		5.9	115.6	
3.810		13.1	254.2		9.7	189.3		7.8	152.3	
5.080	105.58	14.9	289.6		13.0	252.3		9.5	185.3	
7.620		16.7	325.3		14.2	275.3		10.8	210.2	
10.160										
12.700										

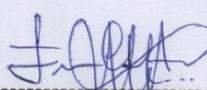
**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 N/m²/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (13-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TM2: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346

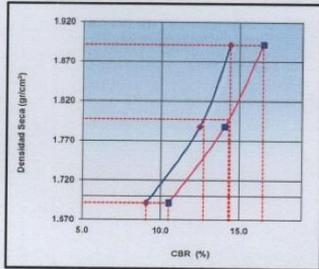


**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba -
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Descripción	: TRIAXIAL 12.0 cm
Muestra	: C3-M1
SUCS	: ML
AASHTO	: A-4 (1)

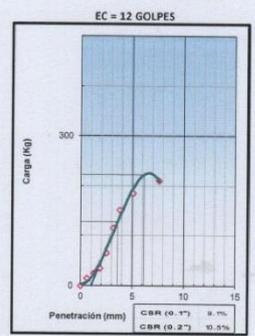
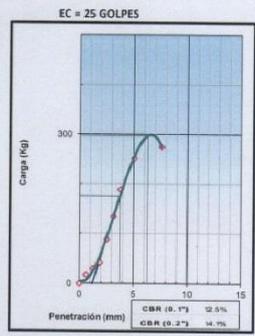
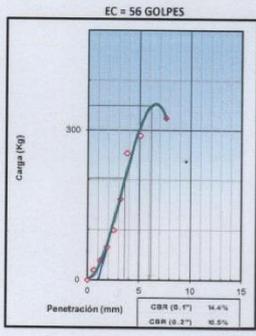


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.892
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.5
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.797

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 14.4	0.2": 16.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 12.7	0.2": 14.3

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 16.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.3 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 14.4 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.7 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1557-02 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 96000 ftb/ft³ (2700 kN-m³/m³)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 48.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S". S-OL-M20023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 250.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-02: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CTM-080-2019 (15-04-19)

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



**INFORME**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
**MTC E 107 - 2016**

Código	IF-TB-CHMDA/PHFC-PR
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

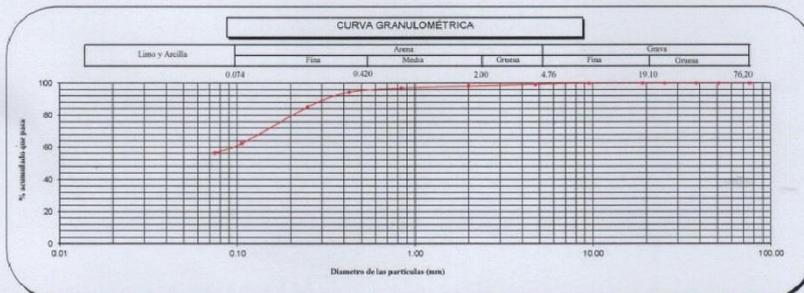
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Limite Líquido (LL)	25.0
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Limite Plástico (LP)	23.0	
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	6.0	
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML	
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4	
3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	1	
3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.7	
Nº 4	4.760	6	0.7	0.7	99.3	% Arena	42.9	
Nº 10	2.000	7.4	0.9	1.6	98.4	% < Nº 200	56.4	
Nº 20	0.840	10.7	1.3	2.9	97.1	Descripción de Muestra:		
Nº 40	0.425	21.5	2.6	5.5	94.5	Limo arenoso de baja plasticidad		
Nº 60	0.250	75.9	9.2	14.7	85.3			
Nº 140	0.106	139.0	22.9	37.6	62.4			
Nº 200	0.075	49.5	6.0	43.6	56.4			
< 200	MTC E 137	465.6	56.4	100.0	0.0			

Limite Líquido (LL) - ASTM-D4318	25.0
Limite Plástico (LP) - ASTM-D4318	23.0
Índice Plástico (IP)	6.0
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo	1

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad



- Referencias :
- ASTM D 422-03 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04a1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01; OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
  - Humo METROTREK-01; CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03; OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ; Grantest

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDARFHC-PN
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016	Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	2 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	50.0	52.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	366.2	362.3	326.3		
Peso tara + muestra seca (g)	335.6	332.3	300.2		
Peso de agua (g)	30.6	30.0	26.1		
Peso de suelo seco (g)	285.6	280.3	250.2		
Contenido de Humedad (%)	10.7	10.7	10.4		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>10.6</b>				

Observaciones:

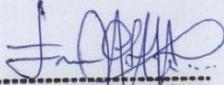
Referencia:

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
 - Horno METROTTEST-01: CIM-113-2019 (15-04-19)  
 - Balanza BAL-03: CHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



**INFORME**

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDA/NFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
 Universidad : César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
 Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
 Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

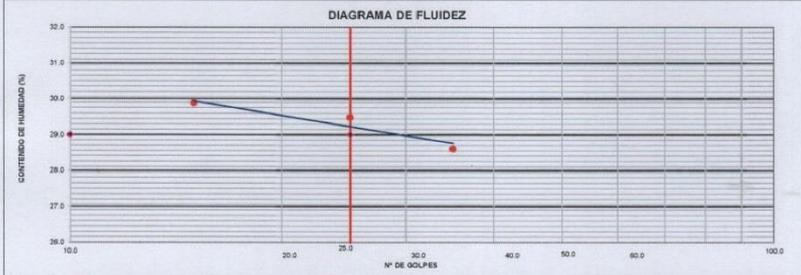
**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO	C - 20	C - 21	C - 23
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 51.66	51.69	52.10
TARRO + SUELO SECO	gr 46.32	46.20	46.52
AGUA	gr 5.34	5.49	5.58
PESO DEL TARRO	gr 27.65	27.58	27.85
PESO DEL SUELO SECO	gr 18.67	18.62	18.67
% DE HUMEDAD	28.60	29.48	29.89
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO	A - 25	A - 26
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 20.55	20.45
TARRO + SUELO SECO	gr 19.38	19.34
AGUA	gr 1.17	1.11
PESO DEL TARRO	gr 14.32	14.55
PESO DEL SUELO SECO	gr 5.06	4.79
% DE HUMEDAD	23.12	23.17

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)	29.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODOS DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

*[Signature]*  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

*[Signature]*  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HISGEOLAB S.A.C.



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-CHMDAHFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

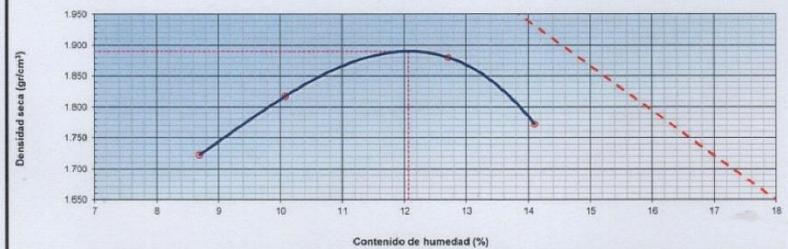
**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : TRIAXIAL 17.0 cm  
Muestra : C3-M1  
Método : A  
SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (1)

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5630.00	5750.00	5860.00	5770.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1748.00	1868.00	1978.00	1888.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.87	2.00	2.12	2.02
Peso del suelo húmedo+tara	gr	326.30	430.20	354.20	360.20
Peso del suelo seco + tara	gr	303.00	394.00	318.20	320.00
Tara	gr	35.00	35.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.30	36.20	36.00	40.20
Peso del suelo seco	gr	268.00	359.00	283.20	285.00
Contenido de agua	%	8.69	10.08	12.71	14.11
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.723	1.818	1.880	1.773
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.890
				Humedad óptima (%)	12.1

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Placa Manual.
- Pasante 14 N° 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - OMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - OMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TM2: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346

	<b>INFORME</b>	Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	Versión	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	Fecha	04-01-2024
		Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.
Ubicación	: Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra
Fecha de emisión	: 22/4/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	: TRIAXIAL 17.0 cm
Muestra	: C3-M1
	SUCS: ML AASHTO: A-4 (1)

COMPACTACION						
Molde Nº	70		69		68	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14458.00	14650.00	14240.00	14388.00	13652.00	13865.00
Peso de molde (g)	7686.00	7686.00	7825.00	7825.00	7587.00	7587.00
Peso del suelo húmedo (g)	6772.00	6964.00	6415.00	6563.00	6065.00	6278.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3180.80	3180.80	3180.80	3180.80	3180.80	3180.80
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.129	2.189	2.017	2.063	1.907	1.974
Peso suelo húmedo + tara (g)	296.00	410.20	345.60	432.30	364.20	425.30
Peso suelo seco + tara (g)	267.00	362.20	310.20	382.20	326.30	378.20
Peso de tara (g)	35.00	32.00	32.00	35.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	29.00	48.00	35.40	50.10	37.90	47.10
Peso de suelo seco (g)	232.00	330.20	278.20	347.20	295.30	325.20
Contenido de humedad (%)	12.5	14.5	12.7	14.4	12.8	14.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.892	1.912	1.789	1.803	1.850	1.724

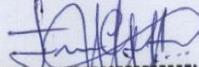
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION							
			70		69		68			
			mm	%	mm	%	mm	%		
2/5/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/5/2024	24	6.260	6.260	5.4	6.350	6.350	5.5	6.580	6.580	5.7
4/5/2024	48	6.850	6.850	5.9	7.210	7.210	6.2	7.100	7.100	6.1
5/5/2024	72	7.320	7.320	6.3	7.600	7.600	6.6	7.880	7.880	6.8

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	PENETRACION											
		MOLDE Nº 70			MOLDE Nº 69			MOLDE Nº 68					
		Presion kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CORRECCION %	Presion kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CORRECCION %	Presion kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CORRECCION %			
0.000		0			0			0					
0.635		1.1	21.3		0.8	16.3		0.7	13.2				
1.270		1.9	36.2		1.6	30.2		1.1	22.3				
1.905		2.7	52.3		2.1	41.2		1.7	32.1				
2.540	70.45	4.3	84.3	153.6	10.9	3.4	66.3	124.1	8.8	2.5	48.6	96.5	6.8
3.180		5.3	102.3		4.6	88.6		4.4	85.3				
3.810		9.0	175.3		6.4	125.3		6.2	121.2				
5.080	105.68	12.1	235.0	277.8	13.1	10.0	195.0	227.8	10.8	7.3	142.5	177.4	8.4
7.620		14.6	284.3		12.3	238.6		9.7	188.6				
10.160													
12.700													

- Referencia:**
- ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 48.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: CHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-113-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: CHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
  - Maquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-#FM-080-2019 (15-04-19)

  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HUAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEOLAB S.A.C.**

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 56346



**INFORME**

**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016**

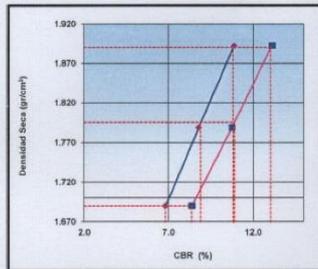
Código	IF-TS-CHMDA/HFHC-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian  
Universidad : César Vallejo  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Geomalla de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible, Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024.  
Ubicación : Jr. Gloria Bamba - Puente Piedra  
Fecha de emisión : 22/4/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : TRIAXIAL 17.0 cm  
Muestra : C3-M1  
SUCS : ML  
ASHTO : A-4 (1)



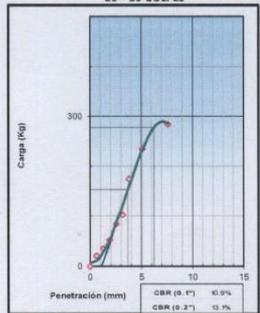
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.890  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.1  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.796

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	10.8	0.2"	13.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	8.9	0.2"	10.9

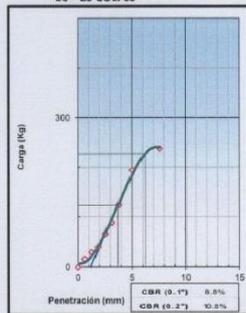
**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.9 (%)

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.8 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.9 (%)

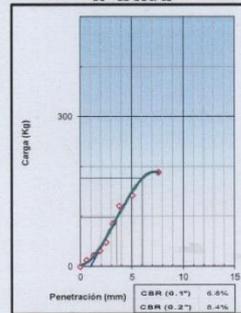
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**Referencia:**

- ASTM D 1557-02 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Plátano de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-CL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-C80-2019 (15-04-19)

**MIGUEL ÁNGEL ALFARO HUAYANAY**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



**HISGEO LAB S.A.C**

Solicitante :

Chicasaca Mamani Daniel Alberto y Hidalgo Fonseca Hans Christian

Proyecto de tesis :

Geomalla de de bambú en las propiedades de la subrasante y diseño del pavimento flexible - Jr. Gloria Bamba, Puente Piedra - 2024

MUESTRA (COD. CLIENTE)	PROFUNDIDAD	%	GRANULOMETRÍA % PASA										LÍMITES						CLASIFICACION		PROCTOR	CBR 0.1*		CBR 0.2*	DESCRIPCION				
			3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	20	40	60	100	200	LL	LP	IP	SUCS	ASHSTO		MOS	DOCI			100	95	100	95
C01-M1	0.00-1.50	6.0	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	95	86	66	62	28	23	5	ML	A-4	1	1.977	12.8	10.8	8.9	12.7	9.9	Limo arenoso de baja plasticidad
C02-M1	0.00-1.50	9.6	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	95	86	63	57	27	21	6	CL-ML	A-4	1	1.892	13.4	10.3	9.0	12.3	10.5	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
C03-M1	0.00-1.50	10.4	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	94	85	60	54	28	22	6	CL-ML	A-4	1	1.889	12.5	10.3	8.7	12.1	10.3	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
BAAYVAL 7 cm		11.2	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	95	85	61	55	29	23	6	ML	A-4	1	1.892	12.6	10.6	12.7	16.3	14.4	Limo arenoso de baja plasticidad
BAAYVAL 12 cm		10.8	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	94	85	60	55	28	22	6	ML	A-4	1	1.898	12.6	13.5	11.5	14.7	12.7	Limo arenoso de baja plasticidad
BAAYVAL 17 cm		10.7	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	94	85	62	57	30	24	6	ML	A-4	2	1.894	12.2	11.1	9.0	13.1	10.7	Limo arenoso de baja plasticidad
THAYVAL 7 cm		10.6	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	94	84	57	52	29	23	6	ML	A-4	1	1.895	12.7	11.3	10.4	16.1	12.6	Limo arenoso de baja plasticidad
THAYVAL 12 cm		10.6	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	94	84	60	54	28	23	5	ML	A-4	1	1.892	12.5	11.4	12.7	16.5	14.3	Limo arenoso de baja plasticidad
THAYVAL 17 cm		10.7	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	94	85	62	56	29	23	6	ML	A-4	1	1.890	12.1	10.6	8.6	12.9	10.6	Limo arenoso de baja plasticidad

*[Signature]*  
**MIGUEL ANGEL ALFARO HIAAYANAY**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
**HISGEO LAB S.A.C.**

*[Signature]*  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

## **ESTUDIO VEHICULAR**

Día	Carretera		Tronco		Código Estación		Estación		Módulo de Inversión												
	Avanzado	S. Wagon	Pick Up	Panel	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	
2021	115.650	104.812	59.855	36.807	233.525	57.822	18.207	18.207	3.149	3.149	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859
2022	115.650	104.812	59.855	36.807	233.525	57.822	18.207	18.207	3.149	3.149	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859	3.859
Total	231.300	209.624	119.710	73.614	467.050	115.644	36.414	36.414	6.298	6.298	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718

Fuente: Manual de Estimación Vehículos Inversión  
 T<sub>v</sub> = Tránsito proporcional año "n" en vehículo  
 T<sub>1</sub> = Tránsito actual (vehículos) en vehículo  
 a = año estimado del proyecto  
 n = año estimado del proyecto  
 T<sub>v</sub> = año estimado del proyecto  
 T<sub>1</sub> = año estimado del proyecto

**Población futura de vehículos**  
 MDA, 2021 115.650 104.812 59.855 36.807 233.525 57.822 18.207 18.207 3.149 3.149 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859 3.859

Juan Carlos Zapata  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 567.1



## **DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE – MÉTODO AASHTO 93**



HISGEOLAB S.A.C

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

TERRENO NATURAL

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	8.70 %
MR Subrasante (Psi)	10201.95
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2.50
Variación de Serviciosabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	3.132
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.098

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3
0.170	0.052	0.047
1.020	1.332	1.52

cm^-1

d1	d2	d3
5.0	20.0	35.0

cm

Capa Superficial Base Subbase

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

SN Resultado	3.535
--------------	-------

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

  
 JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



HISGEOLAB S.A.C

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93**

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

GEOMALLA BIAXIAL 7 CM

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	12.70 %
MR Subrasante (Psi)	12996.5
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)	2.50
Variación de Serviciosabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	2.841
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.097

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3
0.170	0.052	0.047
1.020	1.332	1.52
d1	d2	d3
5.0	15.0	30.0

cm<sup>-1</sup>

cm

Capa Superficial	Base	Subbase
SN Resultado	3.040	

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

JUAN CARLOS ZAPATA SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 56346



HISGEOLAB S.A.C

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

GEOMALLA BIAXIAL 12 CM

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	11.50 %
MR Subrasante (Psi)	12196.6
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)	2.50
Variación de Serviabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	2.915
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.098

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3	cm <sup>-1</sup>
0.170	0.052	0.047	
1 000	1 320	1 60	

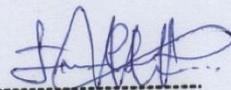
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

*Capa Superficial      Base      Subbase*

SN Resultado	3.275
--------------	-------

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



HISGEO LAB S.A.C

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93**

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

GEOMALLA BIAIXIAL 17 CM

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	9.00 %
MR Subrasante (Psi)	10425.7
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2.50
Variación de Serviciosabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	3.105
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.098

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3	cm <sup>-1</sup>
0.170	0.052	0.047	
1.000	1.147	1.42	

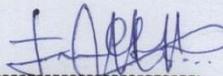
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Capa Superficial      Base      Subbase

SN Resultado	3.300
--------------	-------

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



HISGEOLAB S.A.C

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

GEOMALLA TRIAXIAL 7 CM

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	10.40 %
MR Subrasante (Psi)	11436.5
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2.50
Variación de Serviabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	2.991
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.098

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3	cm^-1
0.170	0.052	0.047	
1 0 0 0	1 1 0 0	1 0 0	

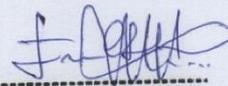
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Capa Superficial      Base      Subbase

SN Resultado	3.300
--------------	-------

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



HISGEOLAB S.A.C

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93**

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

GEOMALLA TRIAXIAL 12 CM

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	12.70 %
MR Subrasante (Psi)	12996.5
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (PI)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2.50
Variación de Serviabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	2.841
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.097

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3	cm <sup>-1</sup>
0.170	0.052	0.047	

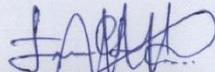
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Capa Superficial      Base      Subbase

SN Resultado	3.040
--------------	-------

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346



## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASHTO 93

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección: Suelos y Pavimentos.

GEOMALLA TRIAXIAL 17 CM

ESAL (W18)	1252579.00
TIPO DE TRAFICO TP	TP5
CBR	8.90 %
MR Subrasante (Psi)	10351.4
NÚMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	85.00
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-1.036
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2.50
Variación de Serviabilidad (ΔPSI)	1.50

W18

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

MR

ZR

So

ΔPSI

Número Estructural Requerido (SNR)	3.114
W18 NOMINAL	6.098
W18 CALCULADO	6.098

ΔW18	0.000	*Cero
------	-------	-------

m2	m3
1.00	1.00

a1	a2	a3	cm <sup>-1</sup>
0.170	0.052	0.047	
1.000	1.330	1.42	

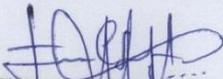
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Capa Superficial      Base      Subbase

SN Resultado	3.300
--------------	-------

\*SN Resultado >= SN Requerido

ΔSN	CUMPLE
-----	--------

  
**JUAN CARLOS ZAPATA SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 56346

## **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**

## Certificado de Calibración

**TC - 24539 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión : 2023-12-21

**Solicitante** : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : PR4202 / E  
N° de Serie : C117636428  
Capacidad Máxima : 4200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 0,5 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : ING-EG-070  
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 4 °C  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado de Calibración  
TC - 24539 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE23-C-0191 Marzo 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-026-2023 Enero 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

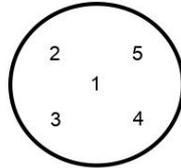
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	65 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	2 100,000	2 100,00	8	-3	1	4 200,000	4 200,01	6	9
2		2 100,00	7	-2	2		4 200,00	7	-2
3		2 100,00	7	-2	3		4 200,00	8	-3
4		2 100,00	8	-3	4		4 200,01	8	7
5		2 100,00	7	-2	5		4 200,01	7	8
6		2 100,00	6	-1	6		4 200,00	6	-1
7		2 100,00	7	-2	7		4 200,00	7	-2
8		2 100,00	8	-3	8		4 200,00	8	-3
9		2 100,00	7	-2	9		4 200,00	7	-2
10		2 100,00	6	-1	10		4 200,00	8	-3
Emáx - Emin   (mg)				2	Emáx - Emin   (mg)				12
error máximo permitido (±mg)				300	error máximo permitido (±mg)				300

Certificado de Calibración  
TC - 24539 - 2023



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	64 %	65 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	1,000	1,00	9	-4	1 400,000	1 400,00	8	-3	1	200
2		1,00	8	-3		1 399,99	7	-12	-9	
3		1,00	9	-4		1 400,00	6	-1	3	
4		1,00	8	-3		1 400,00	7	-2	1	
5		1,00	9	-4		1 399,99	6	-11	-7	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	9	-4						
0,500	0,50	8	-3	1	0,50	9	-4	0	100
100,000	100,00	7	-2	2	100,00	8	-3	1	100
500,001	500,00	8	-3	1	500,00	7	-2	2	100
840,001	840,00	7	-3	1	840,00	8	-4	0	200
1 000,001	1 000,00	6	-2	2	1 000,00	6	-2	2	200
1 500,002	1 500,00	7	-4	1	1 500,00	7	-4	1	200
2 000,004	2 000,00	7	-6	-2	2 000,00	6	-5	-1	200
2 500,004	2 500,00	6	-5	-1	2 500,00	7	-6	-2	300
3 000,005	3 000,00	4	-4	0	3 000,00	4	-4	0	300
4 200,001	4 200,01	4	10	14	4 200,01	4	10	14	300

Donde:

I : Indicación de la balanza  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)  
ΔL : Carga adicional  
E : Error del instrumento  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R - 8,23 \times 10^{-7} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 4 199,82 g para una carga de valor nominal 4200 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

**Certificado de Calibración****TC - 24631 - 2023**

PROFORMA : 25560A

Fecha de emisión: 2023-12-21

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : HISGEOLAB S.A.C.**

DIRECCIÓN : Av. Chimpu Odlo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE**

Marca : PINZUAR

Modelo : PS11

N° de Serie : 1983

Procedencia : COLOMBIA

N° de Parte : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Ubicación : Laboratorio de suelos

Fecha de Calibración : 2023-12-21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000 en base a ASTM-D4318 .

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,1 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	64,0 %	65,0 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 21586 - 2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm Con incertidumbre del orden de 0,08 µm.	REGLA 0mm a 1000 mm	LLA-034-2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

	Descripción		Dimensiones				
			Valor Nominal (mm)	Valor Medido (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
COPA	Radio de la copa	A	54	54,12	0,12	0,5	0,02
	Espesor de la copa	B	2	2,01	0,01	0,1	0,02
	Profundidad de la copa	C	27	27,24	0,24	0,5	0,02
BASE	Copa desde la guía del elevador hasta la base	U	47	47,19	0,19	1	0,02
	Espesor de la copa	K	50	51,35	1,35	2	0,02
	Largo	L	150	149,51	-0,49	2	0,02
	Ancho	M	125	125,31	0,31	2	0,02

Elemento / Característica	Especificación	Tolerancia	Promedio Obtenido	Estado	Conclusión
Base de Goma (rebote por resiliencia)	Según norma ASTM-D4318 Mín. 7,7 in y Máx. 9 in	N.A	8,4 in	conforme	Se acepta

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

TC - 24635 - 2023

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-21 Página : 1 de 2

Solicitante : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Oclo 155. Urb. Santa Isabel Carabaylo

Instrumento de medición : **PRENSA CBR**  
Marca : METROTEST  
Modelo : H3-C3-5t-6B  
N° de Serie : No Indica  
Alcance de indicación : 5000 kg  
Resolución : 0,1 kg  
Procedencia : No Indica  
Identificación : 455  
Ubicación : Laboratorio De Suelos  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Lugar de calibración  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,2 °C
Humedad Relativa	58,2 %HR	59,2 %HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 24635 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda de carga de capacidad 3 MN Modelo CLFlex Indicador digital modelo MP6plus	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-049-2023 Abril 2023

**Resultados de calibración**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
kg	kg	kg	kg
500,7	500,00	0,70	0,06
1 000,2	1 000,00	0,20	0,07
1 499,6	1 500,00	-0,40	0,08
1 998,7	2 000,00	-1,30	0,08
2 496,4	2 500,00	-3,60	0,10
2 994,7	3 000,00	-5,30	0,11
3 492,1	3 500,00	-7,90	0,12
3 991,1	4 000,00	-8,90	0,12
4 489,7	4 500,00	-10,30	0,13
4 987,4	5 000,00	-12,60	0,13

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 24683 - 2023

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-22 Página : 1 de 2

Solicitante : **HISGEOLAB S.A.C.**  
Dirección : Av. Chimpu Oclo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

Instrumento de medición : **MÁQUINA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS**  
Marca : PINZUAR  
Modelo : PS-107-C  
N° de Serie : 131  
Alcance de indicación : 2500 N  
Resolución : 0,2 N  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio De Suelos  
Fecha de Calibración : 2023-12-22

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

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

**Método de calibración**  
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

#### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	54,1 %HR	54,1 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 24683 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda de carga de capacidad 3 MN Modelo CLFlex Indicador digital modelo MP6plus	LAT 093 9623F

**Resultados de calibración**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
N	N	N	N
200,0	210,91	-10,91	0,12
400,0	421,03	-21,03	0,14
600,0	627,64	-27,64	0,14
800,0	833,95	-33,95	0,14
1 000,0	1 039,52	-39,52	0,15
1 200,0	1 245,34	-45,34	0,16
1 400,0	1 451,35	-51,35	0,17
1 600,0	1 652,48	-52,48	0,18
1 800,0	1 853,89	-53,89	0,18
2 000,0	2 064,71	-64,71	0,19

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

**TC - 24686 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-22 Página : 1 de 2

Solicitante : **HISGEOLAB S.A.C.**  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabaylo

**Intrumento de medición : MARTILLO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
Marca : METROTEST  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : No Indica  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2023-12-22  
Ubicación : Laboratorio De Suelos

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

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

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma ASTM D-1557.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	53,1 %HR	52,1 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 24686 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-06542-2023
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm DM-INACAL	Regla 0 mm a 1000 mm	LLA -034-2023

**Resultados de medición**

**Altura de Caída del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
457,0	458,20	1,20	0,02

**Diametro del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
50,80	50,12	-0,68	0,01

**Masa del Pistón**

Valor Nominal ( g )	Valor Medido ( g )	Corrección ( g )	Incertidumbre ( g )
4540,0	4503,00	-37,00	0,11

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 24687 - 2023

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-22 Página : 1 de 2

Solicitante : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : **MARTILLO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

Marca : METROTEST  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : No Indica  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2023-12-22  
Ubicación : Laboratorio De Suelos

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

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

#### Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma ASTM D-1557.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

#### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	53,1 %HR	53,1 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP: 0316



**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-06542-2023
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm DM-INACAL	Regla 0 mm a 1000 mm	LLA -034-2023

**Resultados de medición**

**Altura de Caída del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
457,0	453,10	-3,90	0,02

**Diametro del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
50,80	50,20	-0,60	0,01

**Masa del Pistón**

Valor Nominal ( g )	Valor Medido ( g )	Corrección ( g )	Incertidumbre ( g )
4540,0	4510,00	-30,00	0,11

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

**TC - 24536 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión : 2023-12-21

Solicitante : **HISGEOLAB S.A.C.**  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8335460393  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 10 g  
División de Verificación : 10 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 200 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : No indica  
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 7 °C  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 24536 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-03039-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-08248-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-08249-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-08250-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-08151-2023 Abril 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	66 %	65 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000,00	6,00	-1,00	1	30000	30 000,00	4,00	1,00
2		15 000,00	6,00	-1,00	2		30 000,00	3,00	2,00
3		15 000,00	7,00	-2,00	3		30 000,00	6,00	-1,00
4		15 000,00	6,00	-1,00	4		30 000,00	4,00	1,00
5		15 000,00	7,00	-2,00	5		30 000,00	3,00	2,00
6		15 000,00	6,00	-1,00	6		30 000,00	6,00	-1,00
7		15 000,00	7,00	-2,00	7		30 000,00	6,00	-1,00
8		15 000,00	7,00	-2,00	8		30 000,00	4,00	1,00
9		15 000,00	6,00	-1,00	9		30 000,00	6,00	-1,00
10		15 000,00	4,00	1,00	10		30 000,00	4,00	1,00
Emax - Emin   (g)				3,00	Emax - Emin   (g)				3,00
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30



Certificado de Calibración  
TC - 24536 - 2023

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10,00	8,00	-3,00	10000	10 000,00	6,00	-1,00	2,00	20
2		10,00	9,00	-4,00		10 000,00	7,00	-2,00	2,00	
3		10,00	8,00	-3,00		10 000,00	7,00	-2,00	1,00	
4		10,00	7,00	-2,00		10 000,00	6,00	-1,00	1,00	
5		10,00	8,00	-3,00		10 000,00	7,00	-2,00	1,00	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,00	10,00	9,00	-4,00						
200,00	200,00	8,00	-3,00	1,00	200,00	9,00	-4,00	0,00	10
500,00	500,00	7,00	-2,00	2,00	500,00	8,00	-3,00	1,00	10
2 000,01	2 000,00	6,00	-1,01	2,99	2 000,00	7,00	-2,01	1,99	10
6 000,17	6 000,00	8,00	-3,17	0,83	6 000,00	8,00	-3,17	0,83	20
8 000,18	8 000,00	7,00	-2,18	1,82	8 000,00	7,00	-2,18	1,82	20
10 000,50	10 000,00	6,00	-1,50	2,50	10 000,00	7,00	-2,50	1,50	20
15 000,66	15 000,00	4,00	0,34	4,34	15 000,00	6,00	-1,66	2,34	20
20 000,80	20 000,00	3,00	1,20	5,20	20 000,00	9,00	-4,80	-0,80	20
25 000,96	25 000,00	4,00	0,04	4,04	25 000,00	6,00	-1,96	2,04	30
30 001,30	30 000,00	4,00	-0,30	3,70	30 000,00	9,00	-5,30	-1,30	30

Donde:

I : Indicación de la balanza  
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado

Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R - 2,01 \times 10^{-4} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{2,13 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 2,45 \times 10^{-9} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 29 995,00 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Anexo 6: BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

<p><b>HIS GEOLAB S.A.C.</b>                  AV. CHIMPU OCLLO 155 URB. SANTA ISABEL CARABAYLLO                  CARABAYLLO - LIMA - LIMA</p>	<p><b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b>  <b>RUC: 20608533321</b>  <b>EB01-3</b></p>																				
<p>Fecha de Vencimiento :                  Fecha de Emisión : <b>22/06/2024</b>                  Señor(es) : <b>HANS CHRISTIAN HIDALGO</b>                  DNI : <b>FONSECA</b>                  Tipo de Moneda : <b>72480821</b>                  Observación : <b>SOLES</b></p>																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 10%;">Unidad Medida</th> <th style="width: 40%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Valor Unitario(*)</th> <th style="width: 10%;">Descuento(*)</th> <th style="width: 10%;">Importe de Venta(**)</th> <th style="width: 5%;">ICBPER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>GEOMALLA DE BAMBU EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JR GLORIA BAMBAM PUENTE PIEDRA 2024</td> <td style="text-align: right;">1694.917</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: right;">2,000.00206</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	1.00	UNIDAD	GEOMALLA DE BAMBU EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JR GLORIA BAMBAM PUENTE PIEDRA 2024	1694.917	0.00	2,000.00206	0.00	<p style="text-align: right;">Otros Cargos : S/ 0.00                  Otros Tributos : S/0.00                  ICBPER : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span>                  Importe Total : S/2,000.00</p>						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER															
1.00	UNIDAD	GEOMALLA DE BAMBU EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JR GLORIA BAMBAM PUENTE PIEDRA 2024	1694.917	0.00	2,000.00206	0.00															
<p><b>SON: DOS MIL Y 00/100 SOLES</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Op. Gravada :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 1,694.92</td></tr> <tr><td>Op. Exonerada :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Op. Inafecta :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 305.09</td></tr> <tr><td>ICBPER :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de Redondeo :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td><b>Importe Total :</b></td><td style="border: 2px solid black; text-align: right;"><b>S/ 2,000.00</b></td></tr> </table>		Op. Gravada :	S/ 1,694.92	Op. Exonerada :	S/ 0.00	Op. Inafecta :	S/ 0.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 305.09	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de Redondeo :	S/ 0.00	<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 2,000.00</b>
Op. Gravada :	S/ 1,694.92																				
Op. Exonerada :	S/ 0.00																				
Op. Inafecta :	S/ 0.00																				
ISC :	S/ 0.00																				
IGV :	S/ 305.09																				
ICBPER :	S/ 0.00																				
Otros Cargos :	S/ 0.00																				
Otros Tributos :	S/ 0.00																				
Monto de Redondeo :	S/ 0.00																				
<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 2,000.00</b>																				
<p>(*) Sin impuestos.                  (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.</p>																					
<p>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a>, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</p>																					