



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabayllo – Lima, 2024.

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

**AUTOR:**

Paucar Moreno, Ronald Fortunato (orcid.org/0000-7411-8229)

**ASESOR:**

Dr. Segura Terrones, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-9320-0540)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## Declaratoria de autenticidad del asesor



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **SEGURA TERRONES LUIS ALBERTO**, docente de la **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** de la escuela profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE**, asesor de Tesis titulada: "Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.", cuyo autor es **PAUCAR MORENO RONALD FORTUNATO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 18 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
<b>LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES</b> DNI: 45003759 ORCID: 0000-0002-9320-0540	Firmado electrónicamente por: LABEGURAT el 02- 07-2024 10:38:55

Código documento Trilce: TRI - 0764557



## Declaratoria de originalidad del autor



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, PAUCAR MORENO RONALD FORTUNATO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
PAUCAR MORENO RONALD FORTUNATO DNI: 72613403 ORCID: 0000-0001-7411-8229	Firmado electrónicamente por: RPAUCARM el 07-07- 2024 21:12:18

Código documento Trilce: INV - 1667478

## **AGRADECIMIENTOS**

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

Ronald Fortunato Paucar Moreno

## **DEDICATORIA**

Agradezco en primer plano a Dios por permitirme llegar hasta este momento dentro de mi vida profesional y personal. También agradezco por ser pieza relevante a mis padres por demostrarme su incondicional apoyo. A mi novia por todo el soporte que dio para continuar este sueño. A mis hermano y hermanas, a quien los quiero mucho, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento, porque sin ellos, no hubiera logrado esta meta.

Ronald Fortunato Paucar Moreno

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad del autor.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Variables y operacionalización:.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5. Procedimientos: .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6. Método de análisis de datos: .....</b>	<b>17</b>
<b>2.7. Aspectos éticos:.....</b>	<b>17</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Análisis de la proporción óptima para estabilización de la subrasante con Ceniza de Bambú y Cal.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1. Estudios previos. ....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Análisis las diferencias físicas y mecánicas con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. Los porcentajes adición para el mejoramiento del CBR con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible.....</b>	<b>35</b>
<b>3.4. Análisis del costo y presupuesto en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal. ....</b>	<b>36</b>

**IV. DISCUSIÓN** ..... 39

**V. CONCLUSIONES** ..... 42

**VI. RECOMENDACIONES** ..... 44

**REFERENCIAS** ..... 45

**ANEXOS** ..... 52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición química de la ceniza de bambú y de la cal.....	9
<b>Tabla 2.</b> Criterios de inclusión y exclusión. ....	14
<b>Tabla 3.</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
<b>Tabla 4.</b> Puntos de control topográfico del tramo de estudio. ....	21
<b>Tabla 5.</b> Elementos de curvas del tramo de estudio. ....	21
<b>Tabla 6.</b> Estación de control.....	24
<b>Tabla 7.</b> Cálculo del IMDA de diseño.....	25
<b>Tabla 8.</b> Puntos de muestreo. ....	27
<b>Tabla 9.</b> Propiedades físicas del suelo patrón. ....	28
<b>Tabla 10.</b> Proctor del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal. ....	30
<b>Tabla 11.</b> CBR Terreno natural. ....	31
<b>Tabla 12.</b> CBR .....	32
<b>Tabla 13.</b> Propiedades físicas y químicas de las cenizas de bambú. ....	33
<b>Tabla 14.</b> Análisis de precio unitario para estabilización.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la población y muestra.....	14
<b>Figura 2.</b> Ubicación de la Provincia de Lima y Distrito de Carabaylo.....	19
<b>Figura 3.</b> Ubicación proyecto de investigación .....	20
<b>Figura 4.</b> Levantamiento topográfico. ....	20
<b>Figura 5.</b> Plano 01/05 de planta y perfil de la progresiva 0+000 a 0+260 de la vía de 1.5 km.....	23
<b>Figura 6.</b> Pozo de extracción de muestras de suelo.....	27
<b>Figura 7.</b> Curva granulométrica del suelo patrón.....	29
<b>Figura 8.</b> Límites de Atterberg del suelo patrón.....	30
<b>Figura 9.</b> Variación de COH y DMS del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal. ....	31
<b>Figura 10.</b> Variación de COH del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal. ....	33
<b>Figura 11.</b> Variación de COH del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal. ....	34
<b>Figura 12.</b> CBR del suelo natural.....	35

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con la incorporación de cenizas de bambú y cal, avenida Huarangal, Carabaylo - Lima, 2024. El estudio inicial incluyó su extracción de muestras a través de calicatas, revelando que estos suelos presentaban el contenido promedio de humedad de un 15%, límites de consistencia típicos de arcillas de baja plasticidad (LL alrededor del 30% y LP cerca del 20%), y una clasificación de acuerdo a SUCS como "CL" y AASHTO como A-6 y A-4, indicativos de suelos arcillosos. Se observó que la adición de cenizas de bambú y cal afectó sus propiedades mecánicas y físicas del suelo. Su densidad máxima seca y contenido óptimo de humedad mostraron una tendencia a reducir a medida que se aumentaba la proporción de CB y cal, lo que podría impactar la plasticidad y compactación del suelo. Sin embargo, el valor de CBR aumentó significativamente con la adición de estos materiales, alcanzando un máximo del 7.70% con una proporción del 2.5% de cada aditivo. Sus resultados mostraron que la mejor proporción para mejorar este CBR fue del 2.5% de cenizas de bambú y 2.5% de cal, logrando el CBR más alto registrado en el estudio. Análisis de costo y presupuesto para estabilizar 1 m<sup>2</sup> de suelo con la adición de un 2.5% de cenizas de bambú y 2.5% de cal, se requirieron aproximadamente 112.51 kg de material. El análisis de precios unitarios reveló un costo total de 301.04 soles por metro cuadrado, considerando mano de obra, equipos (como una motoniveladora) y materiales (cal, cenizas de bambú y agua).

**Palabras Clave:** Mejoramiento de Subrasante, Suelos Arcillosos, Ceniza de bambú, Cal, CBR

## **ABSTRACT**

This research aimed to determine the influence on the stabilization of the subgrade for flexible pavement with the incorporation of bamboo ash and lime, Huarangal Avenue, Carabayllo - Lima, 2024. The initial study included the extraction of samples through pits, revealing that these soils had an average moisture content of 15%, consistency limits typical of low plasticity clays (LL around 30% and LP close to 20%), and a classification according to SUCS as "CL" and AASHTO. such as A-6 and A-4, indicative of clay soils. It was observed that the addition of bamboo ash and lime affected its mechanical and physical properties of the soil. Its maximum dry density and optimal moisture content showed a tendency to reduce as the proportion of CB and lime increased, which could impact soil plasticity and compaction. However, the CBR value increased significantly with the addition of these materials, reaching a maximum of 7.70% with a proportion of 2.5% of each additive. Their results showed that the best proportion to improve this CBR was 2.5% bamboo ash and 2.5% lime, achieving the highest CBR recorded in the study. Cost and budget analysis to stabilize 1 m<sup>2</sup> of soil with the addition of 2.5% bamboo ash and 2.5% lime, approximately 112.51 kg of material were required. The unit price analysis revealed a total cost of 301.04 soles per square meter, considering labor, equipment (such as a motor grader) and materials (lime, bamboo ash and water).

**Keywords:** Subgrade Improvement, Clayey Soils, Bamboo Ash, Lime, CBR

## **I. INTRODUCCIÓN**

En cuanto a la realidad del problema, se tiene en un nivel internacional, se tiene en cuenta la calidad del suelo al evidenciar la condición de la subrasante para el pavimento. Según Ohadian et al. (2024), en los aspectos de la construcción de carreteras se direcciona en forma amplia como material el denominado suelo natural, sin embargo, los suelos blandos e hinchables, y los que contienen materiales orgánicos, son inapropiados debido a su baja capacidad de carga, extraordinaria deformación, erosionabilidad y alta absorción de agua, estos suelos blandos, conocidos en ingeniería geotécnica como suelos problemáticos, causan importantes problemas en los proyectos de construcción. Estas modificaciones que se realizan al suelo, también se denominan estabilizaciones, en las cuales se generan mejoras tanto químicas como mecánicas, cuyo propósito es la estabilización para el uso, cumpliendo normativas técnicas y parámetros económicos rentables para la empresa contratista. En la actualidad existen distintas técnicas que priorizan la estabilización, pero la estabilidad química es la más convencional, y esto debido a que provoca mayor resistencia a la compresión, así como durabilidad del material con una reducción de los materiales de construcción, así como en gastos de mantenimiento.

El pavimento es la capa duradera que recubre carreteras, pistas de aterrizaje y áreas similares. Su principal función es distribuir las cargas hacia la sub-base y el suelo subyacente. Los pavimentos flexibles contemporáneos están compuestos por arena y grava o piedra triturada, compactadas con un aglutinante bituminoso. (Editors of Encyclopaedia Britannica, 2019).

A nivel nacional, la norma técnica E.050 (2018) menciona que en zonas donde se evidencie los hundimientos se tendrá que incorporar al estudio de suelos la realización del ensayo de plasticidad (NTP 339.129), esta especificación del peso de forma volumétrica (NTP 339.139) y la medición de humedad (NTP 339.127), con el objetivo de obtener un análisis potencial del correspondiente suelo en una determinada zona. Para Ipince (2020) en el país existen muchas zonas donde se requieren redes viales, lo cual es de primera necesidad para aquellos no cuentan con recursos de primera necesidad, y requieran trasladarse a otras zonas para obtenerlos, por lo que la falta de red vial provoca un bajo crecimiento en el comercio

de dicha zona afectando socioeconómicamente a las localidades. Se destaca en cuanto a las autovías deben requerirse en cuanto a su diseño que se mantenga su propiedad y su conversión ello a razón de la afectación del excesivo del tránsito existente en el área vehicular y peatonal, asimismo también con el clima que existe en la zona, generara la reducción de sus propiedades mecánicas, lo que a su vez produce un incremento en el número de accidentes, esto a razón de la ausencia de protección sobre una capa determinada de rodadura.

En Lima, al ser la capital del país, predomina la variedad en sus zonas, existiendo suelos blandos en muchas zonas de la ciudad, esto debido a la humedad existente la cual afecta directamente a su resistencia (Cotrina, 2023). Exactamente en el distrito de Carabaylo se evidencia la necesidad de mejoramiento de las avenidas, las cuales soportan el tránsito vehicular y peatonal, además del fuerte clima de la ciudad, por esto, se propone estabilizar mediante la cal y la denominada adición de cenizas de bambú la subrasante lo cual conllevara a un aporte a una mejor conducta ante las cargas vehiculares.

Ante esto, en la actual investigación se realiza la formulación del problema general: ¿Cómo influye la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante al comportamiento vial del pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024?, en cuanto a los problemas específicos, ¿Cuál es la proporción óptima para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024?, ¿Cuáles son las diferencias físicas y mecánicas con cenizas de bambú y cal en la estabilización de subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024?, ¿De qué manera mejora el CBR con las cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024?, ¿Cómo influye en el costo y presupuesto la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024?

De igual manera, se establece como objetivo principal del estudio: Determinar la estabilización de la subrasante al adicionar ceniza de bambú y cal al comportamiento vial del pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo –

Lima, 2024, en cuanto a los objetivos específicos, determinar la proporción óptima para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024, analizar las diferencias físicas y mecánicas con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024, determinar El CBR con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024, y determinar el costo y presupuesto en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.

Finalmente, se sugiere de manera general la siguiente hipótesis: La subrasante se estabiliza de manera significativa al añadir ceniza de bambú y cal en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024. En cuanto a las hipótesis específicas, se plantea que la proporción óptima para estabilizar la subrasante del pavimento flexible con ceniza de bambú y cal es del 5% de ambas sustancias combinadas para la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024. Además, existen diferencias físicas y mecánicas al adicionar ceniza de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024. La adición de cenizas de bambú y cal mejoran el CBR para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024, y el costo y presupuesto disminuye eficientemente para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.

En relación con los antecedentes internacionales, Nnochiri et al. (2023), investigaron la resistencia y las propiedades microestructurales del suelo laterítico asentado con (CHB). La muestra de suelo se sometió a exámenes preliminares y pruebas de relación de carga de California como parte del proceso de prueba (CBR). La muestra de suelo se mezcló con CHB a intervalos del 2% en proporciones de 0-16%, así como cemento en proporciones variables de 0-12% a intervalos de 2%. Las mezclas se probaron para CBR en cada etapa. Los valores más altos para CBR empapado y sin empapar con 8% de cemento +8% CHB para CBR fueron 90% y 62,2%, respectivamente. Por lo tanto, se puede inferir que el

proceso de estabilización involucró reacciones de hidratación puzolánica y del cemento.

Este estudio exploró el empleo de cenizas de bambú como material en pavimentos flexibles. Se observó que las cenizas derivadas del bambú mejoraron significativamente las propiedades mecánicas del pavimento, incluyendo la estabilidad y la resistencia a la deformación permanente. Estos resultados demostraron en el bambú de cenizas el ser una alternativa dentro de los materiales tradicionales que se utilizan en determinadas construcciones aplicadas a las carreteras (Sharma et al., 2020). Además, evaluó el desempeño de pavimentos flexibles que incorporan cal y cenizas volantes. Sobre el pavimento antes mencionado se ha encontrado dentro de los materiales que contiene la adición ha mejorado la resistencia a la deformación permanente, la estabilidad y su durabilidad. Por último, en cuanto a los resultados se sugieren que tanto las cenizas volantes como la cal incorporada puede tener la solución de forma eficaz en las mejoras de propiedades del flexible pavimento (Yadav y Gaurav, 2018).

Para Nnochiri et al. (2021) se llevó a cabo una investigación sobre el cemento tratado con propiedades geotécnicas de lateritas y el CHB estabilizada. Para realizar los ensayos, la muestra de suelo se sometió a pruebas de compactación, CBR y ensayos preliminares, como gravedad específica ( $G_s$ ), el tamaño distribuido de la partícula ( $D_p$ ) y aquellos límites del denominado Atterberg (LA) para la determinación de las propiedades en su índice. Posteriormente, la muestra de suelo se mezcló con cemento en proporciones variables del 0 al 12 %, con intervalos del 2 %, y también se mezcló por separado con CHB en proporciones del 0 al 16 %, con intervalos del 2 %. Basándose en las propiedades índice, la muestra de suelo fue clasificada como A-7-5 según su sistema de clasificación AASHTO y como CH según su Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). El CBR de este suelo natural, sin empapar y empapado, fue del 7.4 % y 4 %, respectivamente, mientras que el CBR no empapado y empapado para la mezcla de cemento + CHB fue del 78.5 % y 53.6 %, respectivamente. Concluyendo que el % óptimo de CHB fue 8.

Así mismo, Nwonu y Ikeagwuani (2021) se experimentó con un suelo expansivo de algodón negro (BCS) tratado con cal y ceniza de bambú (CB) para evaluar su idoneidad como material de subrasante. Se evidenciaron pruebas para determinar sus características compactadas y la resistencia del suelo estabilizado, utilizando un contenido óptimo de cal del 4%, elegido en base al índice de plasticidad de este suelo, y varios porcentajes de CB (4 %, 8 %, 12 %, 16 % y 20 %). Tras la estabilización, un contenido óptimo de 4 % de cal y 12 % de CB, agregados por peso del suelo secado al aire; se evidenciaron relevantes mejoras en cuanto a las características de comparación y el suelo resistente por razones de que las reacciones químicas entre los aditivos y el suelo. Además, mientras que el módulo de resiliencia (MR) del suelo natural disminuía con el aumento de las tensiones desviatorias y de volumen, el MR del suelo estabilizado mejoró considerablemente con el aumento de estas tensiones.

Por consiguiente, al desarrollo de los antecedentes a nivel nacional, Garcia (2022) llevó a cabo una investigación centrada en evaluar la eficacia de diferentes métodos para estabilizar esta subrasante utilizando ceniza de bambú y caucho granulado. Este estudio, de enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental, se realizó en el Distrito de Carabayllo, abarcando específicamente las secciones entre los kilómetros 00+00 y 00+91. El análisis mecánico y físico de estos suelos en esta área mostró que esta adición de ceniza de bambú en una proporción del 5% combinada con un 1% de caucho granulado producía el nivel más alto de estabilización. En la evaluación inicial, el valor de CBR (California Bearing Ratio) del terreno natural se registró en 2,2%. Sin embargo, al incrementar las proporciones de los aditivos a un 3%, el CBR aumentó a 4,30%. Cuando se utilizó una mezcla con un 5% de ceniza de bambú, el CBR subió a 5,40%. Estos resultados se obtuvieron aplicando los aditivos de manera individual. La investigación concluyó que la combinación más eficaz para estabilizar la subrasante consiste en un 5% de ceniza de bambú y un 1% de caucho granulado, logrando CBR de 20,1%, lo que refleja una estabilización notablemente efectiva del pavimento.

Arriaga y Palomino (2020) desarrollaron una investigación con su objetivo de identificar las propiedades que influyen en el índice de soporte de California (CBR)

y, en consecuencia, en esta resistencia a la compresión simple no confinada de los suelos lateríticos al añadir diversos tipos de cenizas. La investigación incluyó un análisis de cómo diferentes tipos de cenizas afectan estas propiedades, utilizando cenizas procedentes de una variedad de fuentes como cáscara de yuca, la cáscara de arroz, el bagazo de caña de azúcar, la hoja de bambú, entre otros. Los resultados revelaron que la ceniza de hoja de bambú, teniendo contenido de 75,90% de SiO<sub>2</sub> y 7,47% de CaO, mostró el valor más alto de CBR, alcanzando un 32,77% cuando se utilizó en una proporción del 6%. La ceniza de bagazo de caña de azúcar, que comprende en 70,99% de SiO<sub>2</sub> y 12,44% de CaO, presentó un CBR de 16,99% a una concentración del 6%. En cuanto a esta resistencia a compresión simple, se observó que un 6% de ceniza de cáscara de mandioca incrementó el UCS (resistencia a la compresión uniaxial) en 458,01 kN/m<sup>2</sup>, mientras que la ceniza de bagazo de caña de azúcar produjo el aumento similar de 252 kN/m<sup>2</sup> en UCS. Además, las cenizas volantes de 46,20% de SiO<sub>2</sub> y 1,78% de CaO, mostraron variaciones en el CBR, que alcanzó un 15,80%, y en el UCS, con un incremento de 48,15 kN/m<sup>2</sup>. Los hallazgos sugieren que estas cenizas orgánicas, como las cenizas volantes, pueden ser particularmente beneficiosas en su mejora de los suelos lateríticos.

Según, Patel (2020) cada año la industria azucarera genera cenizas volantes de bagazo (BFA) en el proceso de producción de azúcar, incluyendo etanol y jaggery. Con el aumento promedio del 2% en el consumo de azúcar por año, la cantidad de residuos sólidos BFA aumenta continuamente y crea problemas ambientales. La valorización de BFA es un medio conveniente y sostenible para disminuir la carga ambiental. Este artículo tiene como objetivo revisar los diversos análisis importantes y la valorización de BFA. BFA es un material poroso y tiene óxidos de varios elementos, como silicio, aluminio, hierro, sodio y otros metales. Basado en algunas de sus excelentes propiedades, BFA sin tratar y modificado puede representar una fuente importante en diferentes campos.

Según Curasma (2021) en su estudio de pregrado para adquirir el título profesional, el cual tuvo como propósito realizar la estabilización del suelo blando adicionando insumos orgánicos, los cuales son la ceniza y cal en Junín. Con respecto a la metodología se tiene un método científico, de naturaleza cuantitativa, con un nivel

mixto al ser descriptivo – explicativo, empleando un diseño de tipo experimental, obtuvo como muestra una longitud de ciento noventa y ocho metros (198m) del tramo. Por lo que, se concluyó que el treinta y cinco por ciento de adicionar más a la cal llevaría a un veintitrés por ciento (23%) al CBR, se tiene en cuanto a la humedad un porcentaje del catorce (14%), una seca densidad de 1.83 gr/cm<sup>3</sup>, lo cual demuestra un porcentaje del quince (15%) por aumento del CBR, asimismo, el suelo cambia de un tipo de suelo arena limosa con una de tipo grava (SM); adicionalmente también se halló una reducción de indica de plasticidad y el aumento del siete (7%) del CBR con una adicionalidad de ceniza con un cinco por ciento (5%) y por ultimo agregando otro cinco por ciento (5%) de cal.

Además, Villar et al. (2020), se centraron en la evaluación de esta ceniza de hoja de bambú que es una puzolana con alta reactividad, que posee una gran cantidad de sílice amorfa. Presentan su caracterización mixta de la reactividad puzolánica de la ceniza de hoja de bambú (BLAsh) y el humo de sílice (SF). En este método, la conductividad eléctrica en una solución de BLAsh/Ca (OH) 2 y SF/Ca (OH) 2 se mide con el tiempo de reacción. Posteriormente, aplican un modelo cinético-difusivo que permite calcular sus parámetros cinéticos de esta reacción puzolánica. Esta aplicación de otras técnicas experimentales empleadas en esta investigación [difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (MEB)], apoyan sus hallazgos provenientes del método conductimétrico. Los resultados muestran que BLAsh y SF están formados fundamentalmente a partir de sílice amorfa con su alta actividad puzolánica. La comparación de BLAsh con SF permite concluir que ambos tienen una reactividad similar con constantes de velocidad de reacción de  $4,78 \times 10^{-1}$  y  $5,11 \times 10^{-1} \text{ h}^{-1}$  respectivamente. Este hecho revela la importancia de este residuo agrícola para su uso en la fabricación de cementos adicionados.

Según el estudio realizado por Vizcarra et al. (2020), se investigó su efecto de esta adición de cenizas sobre su estabilización de suelos que ya habían sido tratados con un 3% de cal. Inicialmente, esta mezcla del suelo con cal provocó el incremento relevante para su índice de soporte de California (CBR), elevándolo hasta 11,2 veces su valor original. Al agregar cenizas a la mezcla, el CBR promedio se estabilizó en un rango entre el 45% y el 50%, hasta que se alcanzó una proporción del 28% de ceniza, momento en el cual se observó una notable disminución en los

resultados. Su trabajabilidad de este suelo mejoró, y sus muestras con una mayor cantidad de ceniza produjeron un material con una textura más granular, alcanzando un valor de índice de grupo 0 según las normas establecidas por AASHTO. El mayor registro de CBR se obtuvo con la probeta de 16% de ceniza, 3% de cal y suelo, alcanzando un 51.3% de CBR, 1.58g/cm<sup>3</sup> de MDD y 16.5% de OMC. No obstante, mostró el 1.55% más de resistencia que el espécimen de cal y tierra. El CBR tiende a disminuir con una mayor proporción de ceniza. Por lo tanto, en suelos arcillosos ricos en sílice, esta adición de cal por sí sola tendrían que ser capacitadas para asegurar el rendimiento adecuado.

En el ámbito de los estudios locales, Gil (2022) se centró sobre la mejora de esta subrasante en carretera Lima - Canta - Huayllay, utilizando una combinación de cal y pedraplén para evaluar sus características mecánicas de los suelos arcillosos. Este estudio, de enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental, reveló un índice de soporte de California (CBR) con respecto a esta muestra que contenía un 5% de cal y un 25% de pedraplén fue de 28,37%, con una penetración del 95% a una profundidad de 1 pulgada. En una segunda muestra, con un 7,5% de cal y un 30% de pedraplén, el CBR aumentó a 28,95% bajo las mismas condiciones de penetración. Finalmente, una tercera muestra que incorporó un 10% de cal y un 35% de pedraplén alcanzó el CBR de 32,42% también a una penetración del 95% y 1 pulgada de profundidad. El análisis general del estudio concluyó que la utilización de cal y pedraplén en cuanto a esta estabilización de suelos arcillosos en la carretera resulta ser una metodología efectiva, ya que la adición de estos materiales mejora de manera significativa sus propiedades mecánicas para estos suelos, incrementando tanto su resistencia como su durabilidad.

Según García et al. (2011) un tipo de bambú leñoso, la ceniza de hoja de guadua resulta muy prometedor como ingrediente de cementos alcalinos activados. Tiene un doble uso: como aditivo mineral en el tipo de cemento más común, el cemento Portland, o como componente en agentes cementantes más ecológicos. El primer paso del proceso consiste en recoger las hojas de bambú y, a continuación, calcinarlas durante dos horas en un horno eléctrico de laboratorio a 600 °C aproximadamente. Después, se pulverizan y se mezclan con cenizas de carbón. La combinación se convierte en material cementante mediante un proceso de

activación alcalina; al estar compuesto de materiales de desecho, tiene menos efectos sobre el medio ambiente.

Kabdiyono et al. (2024) para ser exactos, la CHB es una puzolana de clase N con alto contenido en sílice. Sin embargo, no es completamente amorfa porque se requiere hidróxido de calcio en el proceso de licuefacción. Durante el proceso de hidratación, el hidróxido de calcio reacciona con la sílice para formar sílice hidratada (Kurniawan et al., 2022). Estudios utilizaron una temperatura de 600 °C y un tiempo de retención de 2 h (Silva et al., 2023). Esta composición química de las materias primas se detalla en esta Tabla 1.

**Tabla 1.** *Composición química de la ceniza de bambú y de la cal.*

Material	CaO	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	MnO
Ceniza												
de bambú	1.97	81.79	3.35	0.7	4.14	4.42	1.09	0.93	0.9	0.5	0.12	0.09
Caliza	94.27	2.51	-	0.16	0.38	0.18	0.97	-	0.04	-	0.32	-

Fuente: Gavioli et al. (2024).

En el **marco teórico**, se establece su tipo de modelos, siendo especialmente apto para investigar y simular cómo responden los suelos arcillosos bajo una carga constante. Estos modelos permiten examinar el comportamiento de los suelos cuando están sujetos al fenómeno de fluencia o "creep", que se refiere a la deformación lenta y continua que ocurre en los suelos con el tiempo debido a una carga prolongada. (Ingeniería, Investigación y Tecnología, 2014).

Esta dosificación consta en su cantidad indicada para su administración de diversas adiciones en porcentajes, es decir, que a través de alguna solución tecnológica se va distribuyendo el material en secuencias temporales o cantidades exactas, permitiendo llegar al propósito de pesar y medir sus cantidades a dosificar (ChT, 2022).

El peso específico se calcula como esta relación del peso de la sustancia y volumen que desempeña. Sus unidades de este peso específico son Newtons por metro cúbico (N/m<sup>3</sup>). Esta medida es importante para ingeniería y la física, proporcionando

información en cuanto a la densidad de una sustancia en términos de la fuerza que ejerce mediante unidad de volumen bajo su influencia de esta gravedad. (Balderix, 2024).

Su volumen se basa en la amplitud de su materia en tres dimensiones, donde son ancho, alto y largo, de tal manera que todo esta materia habita un espacio, pudiendo modificar dependiendo al tamaño, donde esta medida de este espacio es su volumen, además, este volumen puede adoptarse a diversas formas cuando es sobre los cuerpos sólidos, volumen específico y fijo, pero en sus líquido y gases no lo será, ya que se acoplan a los espacios que se contengan, su unidad principal de este volumen es el  $m^3$  (Sánchez, 2023).

La densidad consta en una magnitud intensiva, relacionándose con sus variables de volumen y masa de alguna sustancia, expresándose en términos relativos o absolutos, sus unidades de esta densidad donde son más habituales es el  $g/cm^3$  (Munilla, 2023).

Mediante la utilización de perfiles estratigráficos precisos, prestando gran atención a la granulometría del yacimiento y a la secuencia vertical de los elementos sedimentarios. La investigación sobre icnofacies se ha centrado sobre todo en los fondos arenosos. En su examen se han tenido en cuenta múltiples factores, como la composición mineralógica de los fósiles traza, el tamaño y la forma de las icnofacies y la distribución geográfica de estas estructuras (GEOBIOS, 2006).

Según el MTC (2016), esta estabilización de subrasante se refiere al mejoramiento de sus propiedades físicas y mecánicas de este suelo mediante su aplicación de diversos métodos físico-químicos y mecánicos. Estos procedimientos son reconocidos como técnicas efectivas para optimizar sus características de este suelo, permitiendo mejorar la capacidad de soporte y durabilidad. Al emplear estos métodos, se logra una base más resistente y estable para la construcción de infraestructuras, lo que resulta fundamental para garantizar la calidad y la longevidad de las vías y otras estructuras.

Sus propiedades físicas son convenientes aislantes eléctricos y térmicos, debiéndose a su ausencia de electrones de conducción, mientras que las

mecánicas se basan en metales duros, excepto los alcalinos o algunos otros, eso se da en diversas temperaturas, donde sus materiales metálicos son blandos, causando la materia prima muy empleada en procesamientos de manufactura (Morales, 2020).

El índice plástico se determina restando el valor de este límite plástico del suelo al límite líquido. Sin embargo, en este caso de los suelos arenosos, es fundamental medir primero el límite plástico antes de poder calcular este índice, dado que este paso es crucial para obtener un resultado preciso y adecuado del comportamiento del suelo bajo diversas condiciones. (COTECNO, 2024).

El MDS (Máxima Densidad Seca) se basa en que esta densidad mayor puede alcanzar el suelo al momento de que sea compactado con esta óptima humedad (Ozuna, 2024)

Este ensayo CBR, conocido como California Bearing Ratio, consta en una prueba empleada para determinar su calidad de un material de suelo, que se basa en su capacidad de resistencia. Este índice se obtiene a través de una prueba de placa que simula las condiciones de carga a una escala reducida. En varios países, este ensayo también es denominado como Valor Relativo del Soporte (VRS), destacando su función de medir la capacidad de un suelo para soportar cargas sobre estos proyectos de ingeniería civil, como construcción de carreteras y otras infraestructuras. (Sánchez, 2023).

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta **investigación será tipo aplicada**, como indica Ríos (2017) este tipo de investigación pretende aplicar los conocimientos para abordar un problema concreto., se basa en la investigación básica, siendo así que se determinará su estabilización de esta subrasante al adicionar ceniza de bambú y cal al comportamiento vial de este pavimento flexible en la Avenida Huarangal – Carabayllo – Lima, 2024.

El **enfoque adoptado será cuantitativo**, debido a que Ruiz et al. (2022), señala que, en la investigación de enfoque cuantitativo, el investigador puede analizar los datos de forma numérica utilizando técnicas estadísticas, en este tipo de investigación, se plantea una hipótesis que debe ser verificada mediante el uso del método hipotético deductivo. Por lo cual se obtendrán datos numéricos del Proctor de la subrasante y así mismo del CBR y así poder contrastar la hipótesis formulada.

El **diseño será cuasiexperimental** debido a que Ramos (2022), indica que es una modalidad de estudio en la que el individuo a investigar no es elegido al azar, sino que ya está determinado o se define con antelación, este tipo de estudio se sitúa en un punto intermedio entre la investigación experimental y el estudio de observación. Por lo cual en la investigación se ha seleccionado que se va a estudiar sus propiedades físicas y el CBR de esta subrasante, existiendo una muestra patrón y una muestra modificada por las cenizas de bambú y cal. Y de tipo **estímulo creciente**, ya que en este diseño la variable independiente o estímulo se incrementa de manera gradual a lo largo del estudio. Este diseño es comúnmente empleado en investigaciones que buscan examinar el impacto de un incremento en el estímulo sobre la variable dependiente. Por lo cual la muestra modificada será por adiciones de manera ascendente por las cenizas de bambú y cal.

## 2.2. Variables y operacionalización:

Como **Variable Independiente** se tiene a estas **Cenizas de Bambú y Cal**, en cuanto a la Definición conceptual, Osuolale et al. (2023) señalan que estas cenizas de bambú mejoran significativamente sus propiedades del suelo, incrementando el CBR y resistencia a su corte de suelos lateríticos, además de reducir su plasticidad. Estas ventajas han impulsado su uso en la ingeniería civil, particularmente para su construcción de edificios, proyectos de geotecnia y carreteras. Asimismo, la cal, siendo el compuesto natural formado principalmente por óxido o hidróxido de calcio, es un sólido cristalino blanco que se obtiene calentando piedra caliza o creta, ricas en carbonato de calcio. Este material es clave en la estabilización de suelos por su capacidad para mejorar la cohesión y reducir la plasticidad. La fórmula química de la cal es CaO. Por lo cual, como Definición operacional, para poder dar utilidad a las cenizas de bambú y a la cal se procederá a analizar las características físicas y luego se determinará la dosificación. Por ello como dimensiones se tendrá a: **D1**: Características físicas y **D2**: Dosificación.

Para la **Variable Dependiente** se tiene a la **Estabilización de Subrasante**, donde la Definición conceptual, indica que, la técnica de estabilización de suelos se presenta como una solución eficaz a los desafíos que plantean los suelos inadecuados en la construcción de pavimentos (Lopez et al., 2022). En la Definición operacional, la subrasante será evaluada mediante las características físicas, el CBR y el impacto económico que origina la estabilización. Por ello las dimensiones serán: **D1**: Características físicas, **D2**: CBR y **D3**: Viabilidad económica.

## 2.3. Población, muestra y muestreo

**La población** se trata de la colección de temas que tienen algunos puntos en común, que pueden ser infinitos o finitos (Arias, 2021). En esta investigación, se identificó como objeto de estudio a esta Avenida Huarangal, localizada en distrito de Carabaylo, así como se ilustra en esta Figura 1.



**Figura 1.** Ubicación de la población y muestra.

**La muestra** representa la parte específica de su población, siendo seleccionada para ser analizada con el propósito de obtener respuestas a preguntas concretas en un tiempo definido, mediante la realización de una evaluación (Arias et al., 2022). En esta investigación, el área de estudio se delimitó a 1500 metros de la Avenida Huarangal, situada en el distrito de Carabayllo.

**El muestreo** se abordó de manera no probabilística, este enfoque no asegura que todos los posibles componentes del universo adquieran una misma posibilidad de que sean seleccionados para que formen parte de su muestra. Para asegurarse de que se cumplen las características y los rasgos de la unidad, así como las variables del estudio, el investigador elegirá qué aspectos observar o entrevistar. Asimismo, se empleará un muestreo de conveniencia, denominado de esta manera porque la muestra está compuesta por individuos o elementos que el investigador considera más apropiados para el estudio. En consecuencia, se propuso examinar 1500 metros de la Avenida Huarangal. Siguiendo los criterios de inclusión establecidos, se concluyó que se seleccionarán tres puntos de muestreo a lo largo de esta sección para realizar los ensayos pertinentes.

**Tabla 2.** Criterios de inclusión y exclusión.

<b>Criterios</b>	<b>Inclusión</b>	<b>Exclusión</b>
<b>Aplicación</b>	Pavimentos Urbanos	Pavimentos de carreteras
<b>Tipos de vía urbana</b>	Colectoras	Expresas
		Arteriales

		Locales
<b>Uso</b>	Subrasante	Base
		Sub – base

Fuente: Elaborado por el investigador.

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Como **técnica**, utilizará esta observación directa, y el instrumento emplearán las fichas de observación correspondientes para sus ensayos.

**Tabla 3.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<i>Indicador</i>	<i>Ficha de observación</i>	<i>Anexo N°</i>
<i>Contenido óptimo de humedad</i> <i>Análisis granulométrico</i> <i>Características físicas del suelo</i>	<i>Ficha técnica de laboratorio</i>	<i>Anexo 3</i>
<i>Contenido óptimo de humedad</i>	<i>Ficha técnica de laboratorio</i>	<i>Anexo 4</i>
	<i>Ficha técnica de laboratorio</i>	
<i>CBR (Incluye Proctor modificado)</i>	<i>Ficha técnica de laboratorio</i>	<i>Anexo 5</i>

Fuente: Elaborado por el investigador.

#### 2.5. Procedimientos:

Se llevará a cabo un levantamiento topográfico en la Avenida Huarangal, teniendo su propósito de identificar sus características geométricas de este tramo. Este proceso permitirá obtener los perfiles transversales y longitudinales necesarios para un análisis detallado.

Se iniciará la recolección de muestras de suelo en la Avenida Huarangal, en Carabayllo. Se ha planificado su ejecución de tres calicatas con la profundidad de hasta 1.5 metros, y registro de las excavaciones se realizará según a esta norma técnica peruana NTP 339.150.

Una vez que se hayan obtenido sus muestras de suelo, llevarán a cabo pruebas de laboratorio para analizar sus propiedades. Esto incluirá la realización de ensayos físicos y mecánicos para evaluar sus características del suelo en detalle.

Para este fin, se separaron las muestras en dos grupos: el suelo natural y aquellas que contenían cenizas de bambú y cal.

Tras clasificar las dos categorías de muestras de suelo (natural y mezclado con cenizas de bambú y cal), se procederá a realizar su prueba de contenido de humedad (CH) siguiendo sus directrices de esta NTP 339.127. Esta prueba se llevará a cabo utilizando 1 balanza electrónica, recipientes de aluminio y 1 horno, teniendo la finalidad de determinar su cantidad de agua presente en esta masa del suelo.

A continuación, se realizará la prueba de análisis granulométrico de acuerdo con las directrices de la NTP 339.128. Esta prueba tuvo como propósito determinar las características de este suelo en función de su estructura y clasificación. Como resultado, se obtendrán los porcentajes en cuanto a finos, arena y grava, así como su curva de distribuciones granulométricas.

Se realizará un ensayo para calcular límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP) siguiendo esta norma NTP 339.129. Primero, eliminará cualquier material que quede atrapado para su tamiz N°40. Determinando el límite líquido (LL), se utilizará la muestra de suelo colocada en un recipiente de bronce, el cual se clasifica en 2 partes teniendo el ranurador. La muestra se someterá a impactos utilizados mediante el dispositivo mecánico estándar para observar la fluidez del suelo. Con respecto al límite plástico (LP), se determinará enrollando este suelo de manera alternativa hasta adquirir el diámetro de 3.2 mm.

Este procedimiento se continuará hasta que la humedad del suelo disminuya al punto en que el hilo se rompa.

Por último, se procederá a dividir estos suelos utilizando tanto para este método SUCS (NTP 339.134) como método AASHTO (NTP 339.135). Con el sistema de clasificación SUCS, se identificarán distintas mezclas de suelos, como gravas, arcillas, limos arcillosos, arenas y limos, agrupando el suelo en un total de 15 categorías diferentes. En contraste, el método AASHTO clasifica los suelos en categorías más generales, tales como suelos grano fino, cohesivo, granular, grano grueso, no granular, no cohesivo, semi cohesivo y porosos.

Concluyendo, se empleará la prueba estándar de Proctor (NTP 339.141). En este procedimiento, este suelo se compactará para el molde de 101.6 mm de diámetro, aplicando la energía de compactación de 600 kN-m/m<sup>3</sup>. Este método permitirá adquirir una curva de compactaciones de suelo

El ensayo CBR se llevará a cabo de acuerdo con los procedimientos especificados en la MTC E 132/NTP 339.141. Este ensayo tuvo como propósito evaluar su resistencia potencial de la capa de subrasante que ha sido modificada con materiales reciclados, con el objetivo de determinar su idoneidad con respecto a su construcción de pavimentos en carreteras.

## **2.6. Método de análisis de datos:**

Según la publicación realizada por esta Universidad Isabel I (2023) forman parte de un grupo de procesos que abarcan la recolección, depuración, tratamiento, modelado y estudio de datos, con el propósito de obtener conclusiones relevantes. Estos procesos están diseñados para brindar un conocimiento aplicable a la toma de decisiones, buscando así mejorar el rendimiento y eficiencia dentro de una organización.

En relación con la estadística descriptiva, se utilizó el software Microsoft Excel como herramienta en la investigación. El objetivo fue estructurar los datos extraídos de los archivos de ensayo mediante la creación de tablas. En cuanto al empleo de esta estadística inferencial, aplicándose para analizar sus datos obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas en las muestras. Este análisis se llevará a cabo utilizando el software SPSS, con el objetivo de verificar la hipótesis y hacer inferencias sobre cómo esta adición del aditivo Proes afecta su variación de las propiedades de esta subrasante.

## **2.7. Aspectos éticos:**

La investigación llevada a cabo se regirá por una ética rigurosa, respaldada por la aplicación de principios y criterios éticos que son prácticamente obligatorios para mantener la integridad ética en el campo de estudio. Se consideró el principio de beneficencia, así como el criterio ético utilitario, dado que la investigación, orientada al mejoramiento de sus características y propiedades de esta subrasante, contribuirá a su construcción de carreteras futuras que sean seguras y eficientes.

En este estudio, se destacan los principios de no maleficencia y autonomía. La investigación no pone en riesgo la integridad y bienestar de estos sujetos de prueba, individuos externos o el medio ambiente. Las aplicaciones se realizan directamente por los investigadores, respetando el principio ético de autonomía, y se centran exclusivamente en los objetivos de la investigación.

Además, se incorporó un enfoque centrado en los derechos humanos, siguiendo los principios establecidos en los Artículos de esta Declaración Universal de sus Derechos Humanos. Siendo relevante porque, al mejorar la subrasante del suelo en la Avenida Huarangal - Carabaylo, se contribuye a garantizar el derecho a su seguridad y a la vida, protegiendo así a los peatones y conductores que utilizan la vía.

Por último, se destaca que en la metodología y redacción de la investigación se respetan plenamente los derechos de autor. Por lo tanto, cualquier información utilizada ha sido debidamente citada y referenciada.

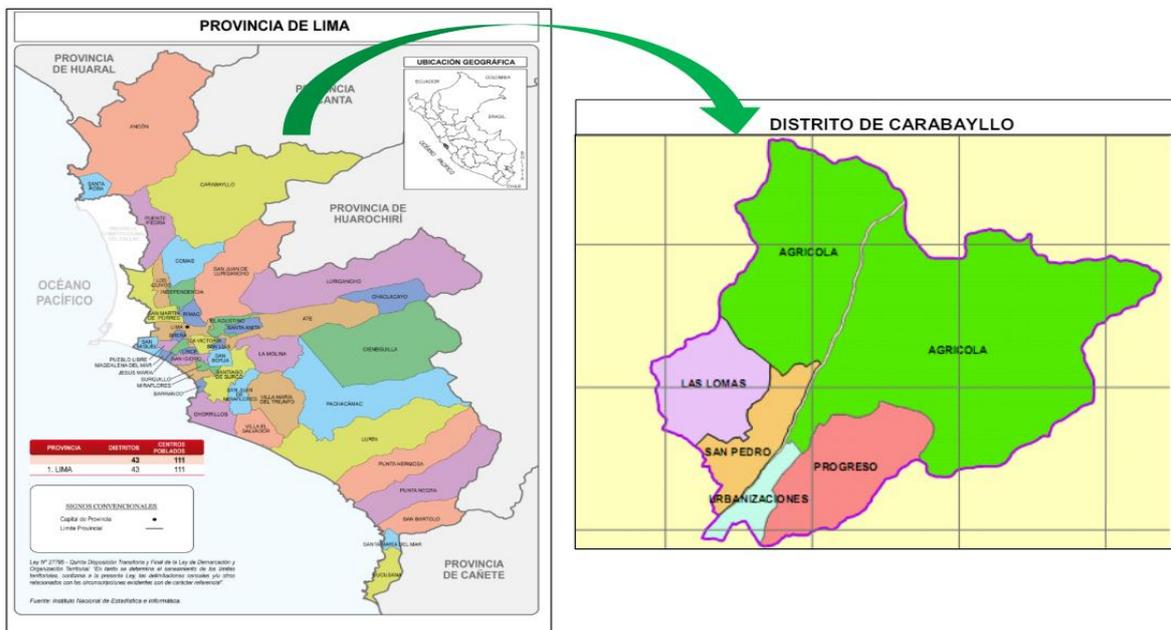
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis de la proporción óptima para estabilización de la subrasante con Ceniza de Bambú y Cal.

##### 3.1.1. Estudios previos.

En relación con los resultados obtenidos sobre la estabilización de la subrasante con cenizas de bambú y cal, se llevaron a cabo diversos estudios técnicos, que incluyeron el levantamiento topográfico, el estudio de tráfico, la mecánica de suelos, y el análisis de suelos con la adición de cenizas de bambú y cal en proporciones del 3%, 5% y 8%. También se realizó el diseño del pavimento flexible para la Avenida Huarangal, en el distrito de Carabayllo. A partir de estos estudios, se lograron los siguientes resultados.

El estudio se lleva a cabo en el distrito de Carabayllo, ubicado en Lima Metropolitana. Sus coordenadas geográficas son 11°51'00"S y 77°02'00"O. Carabayllo tiene una superficie total de 346.89 km<sup>2</sup> y una altitud media que varía entre 230 y 500 metros sobre el nivel del mar. La densidad poblacional es de 923.64 habitantes por km<sup>2</sup>. Este distrito es uno de los 43 que conforman Lima Provincias y se encuentra al norte de la ciudad, limitando con los distritos de Santa Rosa de Quives, Comas, San Antonio de Chaclla, Ancón y Puente Piedra.



**Figura 2.** Ubicación de la Provincia de Lima y Distrito de Carabayllo.

Fuente: Plan de Desarrollo Local Concertado del Distrito de Carabayllo al 2021 e INEI.

Ubicación de la zona de estudio es Av. Huarangal ubicada por la parcela la molina se tomó como tramo de estudios, entre las progresivas que se ha tomado fue el punto de inicio la progresiva 0+000 m hasta la progresiva 1+500 m siendo una distancia total de 1.5 Km.



**Figura 3.** Ubicación proyecto de investigación

Fuente: Google hearth

### A. Estudio topográfico

El trabajo de campo se empezó con el levantamiento topográfico del terreno en estudio, que nos permite observar el terreno en su estado actual, tal que lo representaremos en un plano: plano de eje de carreteras (alineamiento horizontal), perfil longitudinal y secciones transversales a cada 25 metros para luego realizar los diseños del pavimento.



**Figura 4.** Levantamiento topográfico.

Fuente: Fotografías tomada por el investigador.

Para el control y precisión de los datos topográficos en campo se estableció 9 estaciones de control, estas estaciones son base para el control de la planimetría y la altimetría a la hora del levantamiento topográfico. Asimismo, son indispensables para el replanteo en el inicio de ejecución de los trabajos de ejecución, a continuación, se presenta los puntos de control del área de estudio.

**Tabla 4.** Puntos de control topográfico del tramo de estudio.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	COTA	NORTE	ESTE
1	E - 1	265.446	8690987.6	278130.688
2	E - 4	262.225	8690835.91	278247.909
2	E - 5	261.208	8690751.43	278319.324
2	E - 6	260.375	8690598.8	278427.765
2	E - 7	260.648	8690468.46	278530.499
2	E - 8	263.261	8690321.02	278644.765
2	E - 9	264.726	8690196.62	278740.469

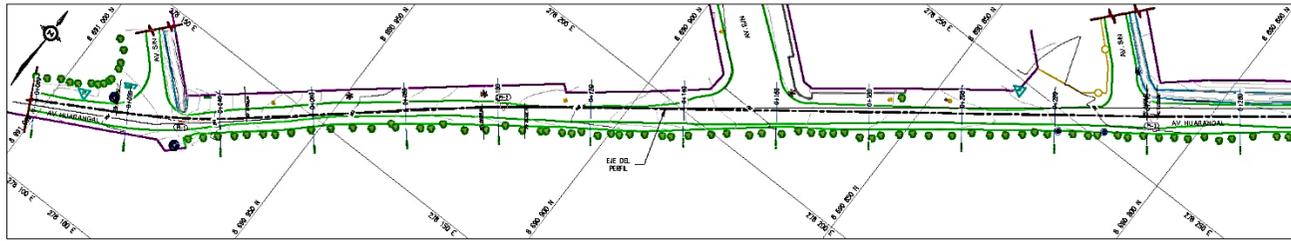
Al procesar los datos obtenidos del levantamiento topográfico, se determinó la superficie del terreno y se trazó el alineamiento en planta con las características geométricas de la vía. A partir de este análisis, se han obtenido los elementos de las curvas, que se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Elementos de curvas del tramo de estudio.

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS												
N° PI	DELTA	RA DIO	TAN GENTE	EXTER NA	L.C.	FLE CHA	CUER DA	PC.	PI.	PT.	ESTE (x)	NORTE (y)
PI-1	10°41'19"	150	14.0320	0.655	27.9830	0.6520	27.942	0+017.635	0+031.667	0+045.617	278131.683	8690974.571
PI-2	3°29'28"	150	4.5710	0.070	9.1400	0.0700	9.139	0+096.637	0+101.208	0+105.777	278176.876	8690921.610
PI-3	0°51'04"	150	1.1140	0.004	2.2280	0.0040	2.228	0+239.832	0+240.946	0+242.060	278260.941	8690809.982
PI-4	0°11'51"	150	0.2580	0.000	0.5170	0.0000	0.517	0+689.889	0+690.147	0+690.405	278536.470	8690455.208
PI-5	0°25'12"	150	0.5500	0.001	1.0990	0.0010	1.099	1+016.434	1+016.983	1+017.533	278737.832	8690197.768
PI-6	1°37'06"	150	2.1190	0.015	4.2370	0.0150	4.237	1+278.379	1+280.497	1+282.616	278898.656	8689989.021

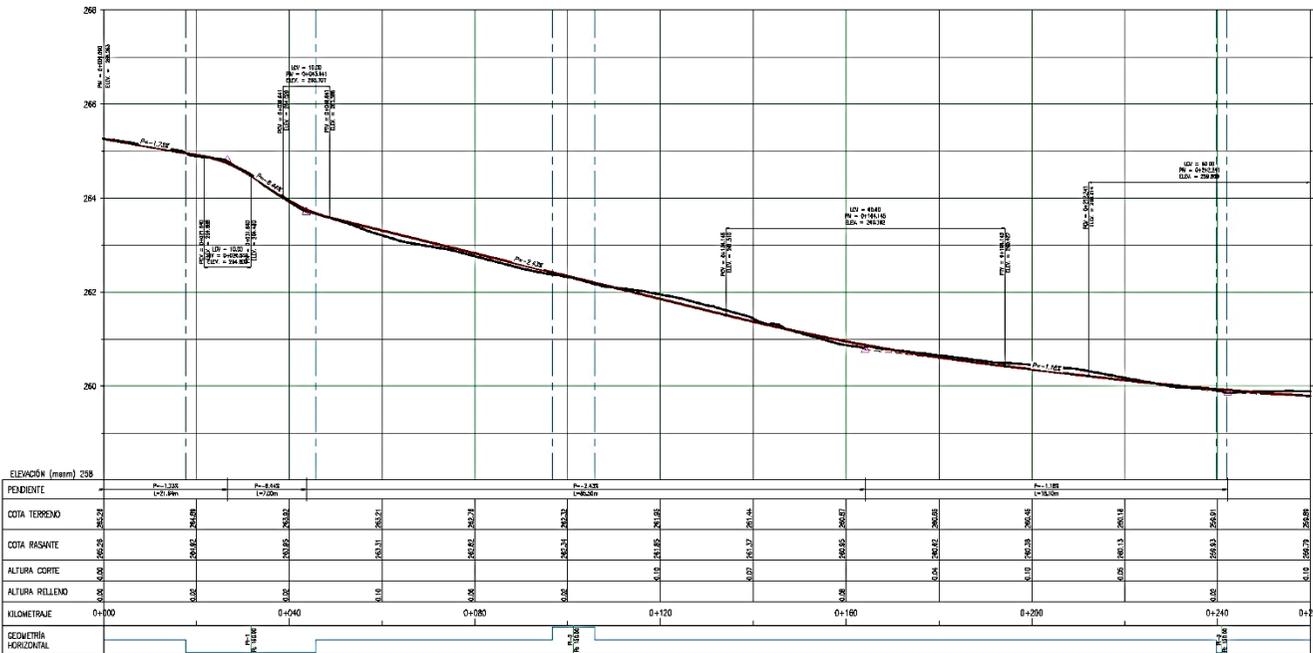
Después de procesar la información topográfica en Civil 3D, se generaron los planos de diseño en planta y perfil a una escala de 1:500. A continuación, la Figura

5 muestra el plano correspondiente a la sección que abarca desde la progresiva 0+000 hasta la 0+260.



PLANTA  
ESC.: 1/500

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS													
K	PI	DELLA	RADIO	TANGENTE	EXTERNA	L.C.	FLECHA	CUERDA	P.C.	P.L.	P.T.	ESTE (±)	NORTE (±)
P1-1	194'19"	150.00	14.032	0.835	27.883	0.852	27.942	0+017.633	0+033.687	0+045.817	278131.883	899037.431	
P1-2	378'28"	150.00	4.531	0.070	9.140	0.070	9.138	0+084.837	0+101.238	0+105.277	278178.878	899281.810	
P1-3	0'51'54"	150.00	1.114	0.004	2.228	0.004	2.228	0+120.832	0+124.280	0+124.280	278185.941	899189.982	
P1-4	0'11'31"	150.00	0.228	0.000	0.517	0.000	0.517	0+189.889	0+189.143	0+189.143	278156.470	899145.208	
P1-5	0'23'12"	150.00	0.550	0.001	1.099	0.001	1.099	1+016.834	1+017.533	278277.832	899187.788		
P1-6	1'27'00"	150.00	2.119	0.015	4.237	0.015	4.237	1+078.278	1+128.647	1+128.647	278898.058	900989.011	



PERFIL LONGITUDINAL  
ESC.: H: 1/500, V: 1/30

LEYENDA - ST	
	NIVEL DE TERRENO ACTUAL
	NIVEL DE OBRA
	AREA DE CORTE
	AREA DE RELLENO

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POSTE DE LUZ
	POSTE TELEFONO
	CALGATA
	CERCO VIVO
	POSTE DE MEDIA TENSION
	BUZON ELECTRICO
	PUNTOS DE CONTROL
	VALVULA
	MEDIDOR DE ENERGIA

Figura 5. Plano 01/05 de planta y perfil de la progresiva 0+000 a 0+260 de la vía de 1.5 km.

Fuente: Elaborado por el investigador.

### ***Estudio de tráfico.***

Tiene como objetivo brindar información básica para determinar los indicadores de tránsito (flujo vehicular) en varios tramos homogéneos del sistema vial de la ciudad.

### **Metodología**

#### ***Conteo Vehicular***

Se realizará un recuento de tráfico vehicular en una estación de mayor transitabilidad, denominada estación principal "E-1".

El contenido se llevará a cabo durante 7 días representativos de la semana.

#### ***Cálculo del Tráfico***

Se determinará el volumen de tráfico a partir de los datos recopilados en el recuento vehicular.

#### ***Estudio de Volumen de Tráfico***

Permite determinar las características actuales del tráfico, las cuales pueden variar a lo largo de los tramos de la vía.

#### ***Estación de Control***

Tras el análisis de la vía en estudio, se ha establecido una estación de conteo vehicular o estación de control "E-1" para llevar a cabo el estudio.

**Tabla 6.** Estación de control

<b>Estacion de control</b>	
Estación	Av. Jose Sacos - Ovalo Jhon Winston
Código	E1
Peaje	CORCONA
Año de Estudio	2024
Factor de Corrección V.L.	0.97484253
Factor de Corrección V.P.	0.9648

**Tabla 7.** Cálculo del IMDA de diseño

TIPO DE VEHÍCULO		CODIGO	2024	2028	T.G. 2028	2,028	
<b>LIGEROS</b>	AUTO	AUTO	88	92	14	<b>106</b>	
	STATION WAGON	SW	87	91	14	<b>105</b>	
	PICK UP	PICK UP	73	76	12	<b>88</b>	
	PANEL	PANEL	1	1	1	<b>2</b>	
	RURALCombi	RURAL C.	44	46	7	<b>53</b>	
<b>PESADOS</b>	<i>MICRO</i>	<i>MICRO</i>	4	4	1	<b>5</b>	
	<i>BUS</i>	2 E	B2	2	2	1	<b>3</b>
		>= 3 E	B3 – 1	1	1	1	<b>2</b>
	<i>CAMION</i>	2 E	C2	50	56	9	<b>65</b>
		3 E	C3	46	51	8	<b>59</b>
		4 E	C4	80	89	14	<b>103</b>
		2S1/2S2	T2S1	3	3	1	<b>4</b>
	<i>SEMI TRAYLER</i>	2S3	T2S3	2	2	1	<b>3</b>
		3S1/3S2	T3S1	0	0	0	<b>-</b>
		>= 3S3	T3S2	0	0	0	<b>-</b>
	<i>TRAYLER</i>	2T2	C2R2	0	0	0	<b>-</b>
		2T3	C2R3	0	0	0	<b>-</b>
		3T2	C3R2	0	0	0	<b>-</b>
		>= 3T3	C3R3	0	0	0	<b>-</b>
	<i>TRAYLER</i>	1T2	C3RB1	23	26	4	<b>30</b>
<b>PROYECCIÓN DE TRAFICO</b>		<b>IMDA</b>	<b>504</b>	<b>540</b>	<b>88</b>	<b>628</b>	

Fuente: Elaborado por el investigador

### ***Al realizar el análisis de la tabla***

La proyección de tráfico muestra un incremento en el IMDA de 504 en 2024 a 540 en 2028. Este incremento del 7.14% en el tráfico diario medio anual indica una ligera tendencia al alza.

### ***Tráfico de Diseño:***

El tráfico de diseño para el año 2028 incluyendo el tráfico generado (T.G.) es un IMDa 628 veh/d. Esto podría indicar diferentes categorías de tráfico o cargas esperadas en diferentes segmentos de la carretera.

### ***Factores de distribución direccional y factor carril para determinar el tránsito***

El factor de distribución direccional, que indica la proporción de vehículos pesados que circulan en una dirección en comparación con la otra, generalmente representa la mitad del tráfico total en ambas direcciones. No obstante, este factor puede variar y ser mayor en una dirección respecto a la otra, dependiendo del conteo específico del tráfico.

La relación del factor de distribución de carriles, que indica qué carril recibe la mayor parte de los vientos de levante y, por tanto, la mayor parte del tráfico en cada sentido.

### ***CÁLCULO DE W18 (ESAL DE DISEÑO)***

$$W_{18} = EE_{dia-carril} * Fca * 365$$

$$W_{18} = 2,239,180$$

$$W_{18} = 2.24E + 06$$

$$***TTP = TP6***$$

El ESAL de diseño (W18) para un lapso de 10 años con una tasa de crecimiento anual del 3.69% y un tráfico diario de 518.36 ejes equivalentes es aproximadamente 2,239,180. Este valor se utilizará para el diseño del pavimento, donde se pueda asegurar que la estructura pueda soportar la carga proyectada durante su vida útil.

### **Estudios de mecánica de suelos:**

Para lo estudios de mecánica de suelo para fines de cimentación vial se realizó la extracción de calicatas considerando el manual de carreteras MTC R.D. N° 10-2014 MTC /14. Y la norma ASTM D420- 69. La excavación de 3 calicatas se realizó de forma manual con una profundidad de 1.5 m con respecto a la superficie del terreno.



**Figura 6.** Pozo de extracción de muestras de suelo.

*Fuente: Elaborado por el investigador.*

**Tabla 8.** Puntos de muestreo.

<b>Estratos de campo</b>			
<b>N° de calicatas</b>	<b>Código</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Ubicación</b>
1	C-1	1.50 m	Progresiva Km 0+150
2	C-2	1.50 m	Progresiva Km 0+500
3	C-3	1.50 m	Progresiva Km 0+1200

*Fuente: Elaborado por el investigador.*

Para determinar las condiciones de suelos, se hacen un estudio de laboratorio que nos permiten sacar información de las propiedades del suelo en área de estudio donde se evalúa cada estrato de campo de las calicatas realizadas.

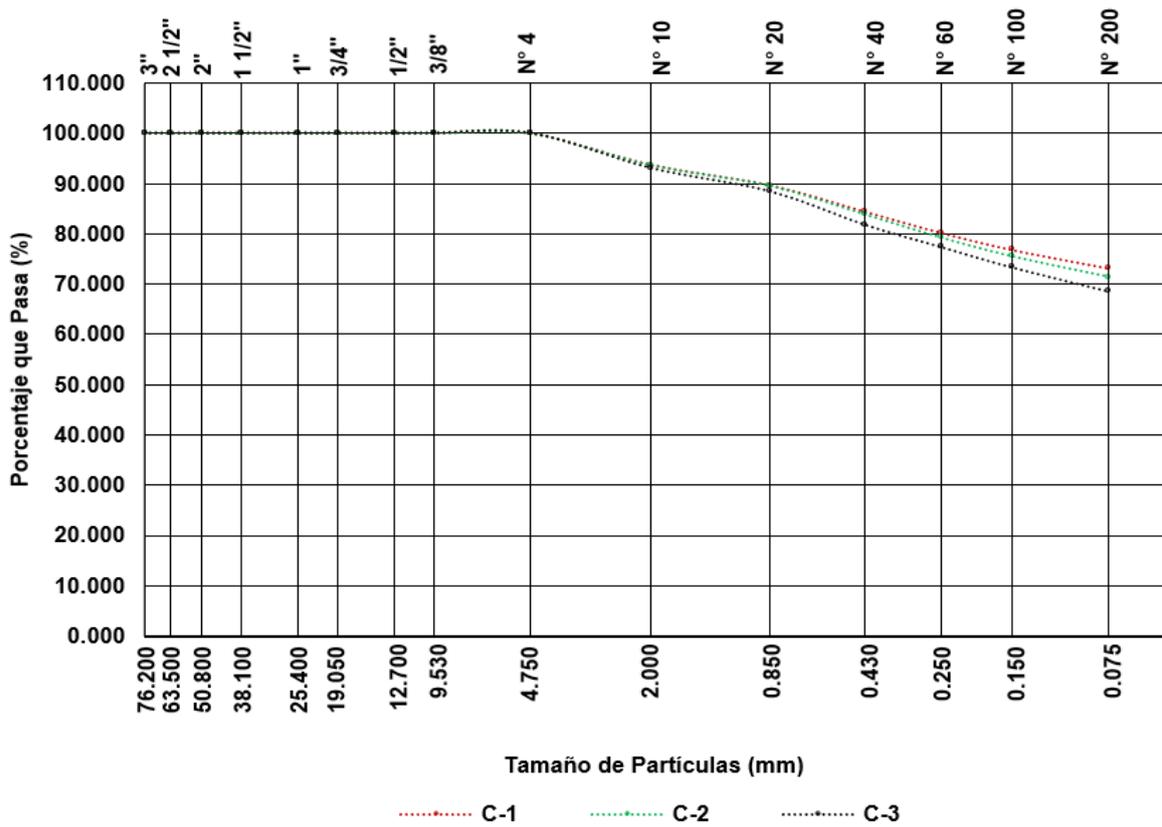
Se determinó la muestra óptima para la estabilización de la subrasante con cenizas de bambú y cal para el pavimento flexible en la Avenida Huarangal, Carabayllo - Lima, 2024. Las características físicas de las muestras obtenidas de las tres calicatas (C-1, C-2 y C-3) se detallan en la Tabla 8. Según los límites de consistencia y el análisis granulométrico, el tipo de suelo se clasificó como arcilla de baja plasticidad con presencia de arena.

**Tabla 9.** Propiedades físicas del suelo patrón.

Ensayos		Muestras		
		C-1	C-2	C-3
Contenido de humedad (%)		8.1	7.9	7.6
Límites de consistencia	LL (%)	32	31	32
	LP (%)	20	21	21
	IP (%)	12	10	11
Análisis Granulométrico	Grava (%)	0	0	0
	Arena (%)	26.8	28.5	31.3
	Finos (%)	73.2	71.5	68.7
Clasificación de suelos	SUCS	CL	CL	CL
	AASHTO	A-6 (7)	A-4 (6)	A-6 (6)

*Fuente: Elaborado por el investigador.*

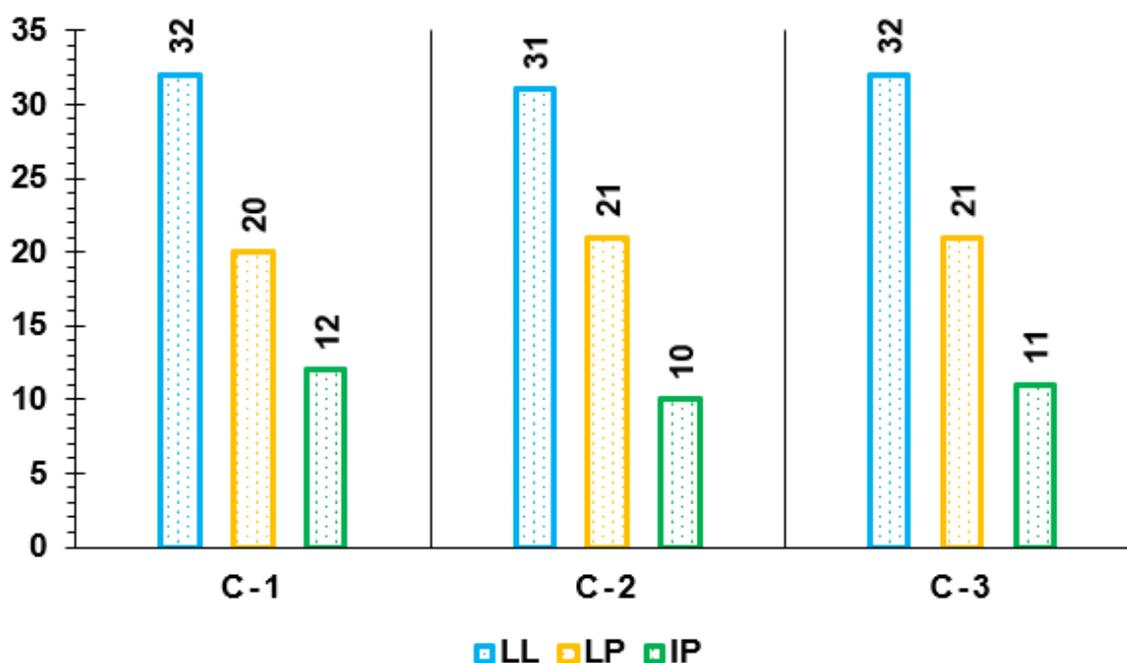
La curva granulométrica muestra que el material fino se presenta en 73.2%, 71.5% y 68.7% para C-1, C-2 y C-3 respectivamente.



**Figura 7.** Curva granulométrica del suelo patrón.

Fuente: Elaborado por el investigador.

Presenta la variación de los límites de consistencia que presentaron las muestras de las tres calicatas. En cuanto al IP se puede observar que las muestras presentan valores de 12%, 10% y 11%, por lo cual la MTC indica en el Cuadro 4.6 que la plasticidad es media.



**Figura 8.** Límites de Atterberg del suelo patrón.

Fuente: Elaborado por el investigador.

Asimismo, se analizaron las diferencias físicas y mecánicas resultantes de la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la Avenida Huarangal, Carabaylo – Lima, 2024. Los valores obtenidos del ensayo de Proctor modificado, conforme a la ASTM D1557/MTC E – 115, se presentan en la Tabla 10.

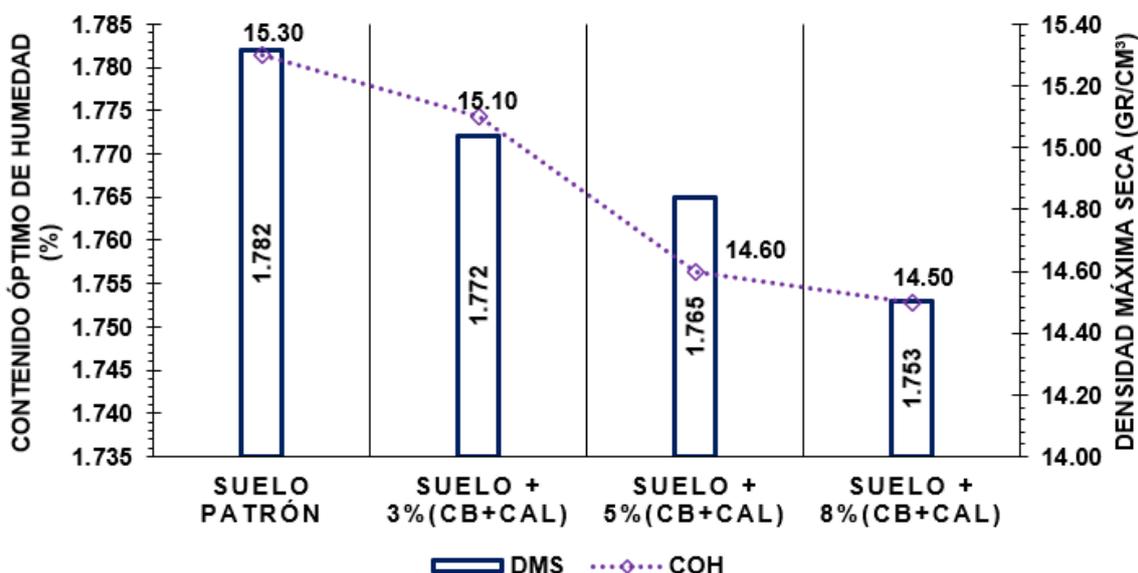
**Tabla 10.** Proctor del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal.

MUESTRAS	PROCTOR	
	Contenido Óptimo de Humedad (%)	Densidad Máxima Seca ( $gr/cm^3$ )
Suelo Patrón	15.30	1.782
Suelo + 3%(CB+CAL)	15.10	1.772
Suelo + 5%(CB+CAL)	14.60	1.765
Suelo + 8%(CB+CAL)	14.50	1.753

Fuente: Elaborado por el investigador.

En la Figura 9 se observa el comportamiento de la adición de CB más cal, donde se evidencia una tendencia decreciente en la DMS y OCH. En cuanto a la DMS de la muestra patrón fue de 1.782  $gr/cm^3$  y cuando se agregó 3%, 5% y 8% (CB+CAL)

disminuyó en 0.56%, 0.95% y 1.63% respectivamente. Mientras que el OCH de la muestra patrón fue de 15.30% y fue disminuyendo en 1.31%.



**Figura 9.** Variación de COH y DMS del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal.

Fuente: Elaborado por el investigador.

La densidad máxima seca muestra una disminución progresiva a medida que aumenta el porcentaje de ceniza de bambú (CB) y cal en la mezcla de suelo. De manera similar, el contenido óptimo de humedad también disminuye con el incremento en la proporción de aditivos, siendo la reducción más significativa observada entre el suelo original y el suelo con un 8% de estos aditivos.

El valor de CBR obtenido del análisis de mecánica de suelos en las tres calicatas evaluadas a lo largo de la avenida se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla 11.** CBR Terreno natural.

CALICATAS	ESTRATO	Valor de CBR al 95% de la MDS a 0.1"
C-1	M-1	4.50%

Fuente: Elaborado por el investigador.

Según la Tabla 11, la capacidad de soporte del suelo en el estrato M-1 es del 4.5%. Esto requerirá la implementación de diversas estrategias de tratamiento o estabilización para optimizar el uso del suelo en la construcción de pavimentos, de acuerdo con lo estipulado en el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC.

**Tabla 12. CBR**

<i>MUESTRA</i>	<i>CALICATA</i>	<i>Valor de CBR al 95% de la MDS a 0.1"</i>
SUELO PATRON	C-1	4.50%
Suelo + 1.5%CB+1.5%CAL	C-1	6.50%
Suelo + 2.5%CB+2.5%CAL	C-1	7.70%
Suelo + 4%CB+4%CAL	C-1	6.70%

Fuente: Elaborado por el investigador.

Por lo tanto, con los análisis realizados se ha establecido que la adición óptima que mejora las características mecánicas de resistencia del suelo de la subrasante en la adición de 2.5% de Ceniza de Bambú + 2.5% de Cal.

### **3.2. Análisis las diferencias físicas y mecánicas con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante**

Las cenizas de bambú que se obtienen luego de una calcinación a 445 °C tienen las siguientes características físicas y químicas:

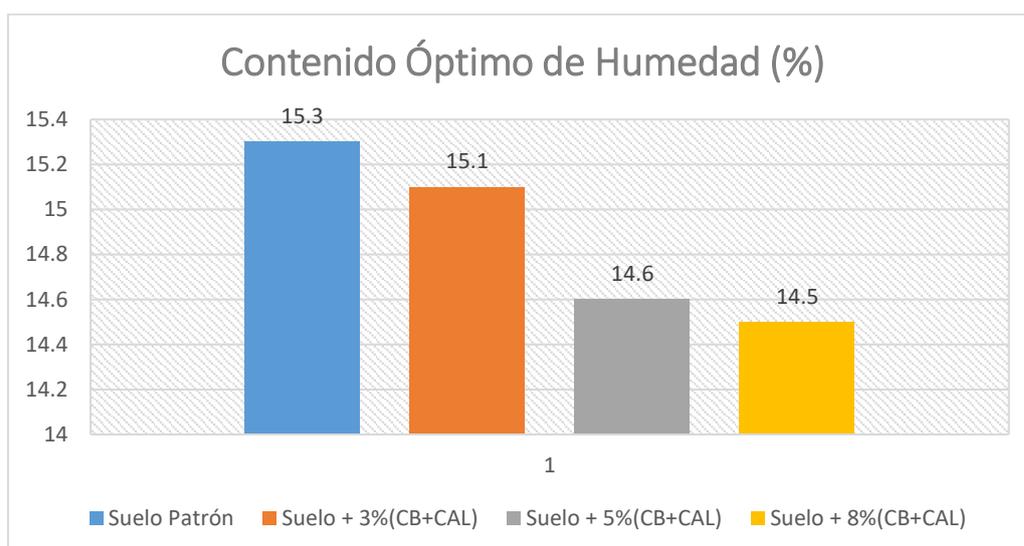
**Tabla 13.** Propiedades físicas y químicas de las cenizas de bambú.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Potasio, K	63.906	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (2)
Silicio, Si	21.244	%	
Fosforo, P	5.891	%	
Magnesio, Mg	4.005	%	
Calcio, Ca	2.077	%	
Azufre, S	2.064	%	
Hierro, Fe	0.577	%	
Rubidio, Rb	0.147	%	
Zinc, Zn	0.058	%	
Bromo, Br	0.032	%	

El análisis de la tabla 13 revela una concentración de 64% de potasio y 21% de silicio en la muestra. Otros elementos como el fósforo, magnesio, y azufre también están presentes en cantidades significativas. El alto contenido de silicio le da características importantes en una ceniza puzolánica que se puede aplicar en diferentes campos de la construcción.

En el análisis comparativo entre el suelo patrón y el suelo mejorado con cal y ceniza de bambú (CB), se pueden observar las siguientes diferencias físicas y mecánicas:

**Contenido óptimo de humedad:**

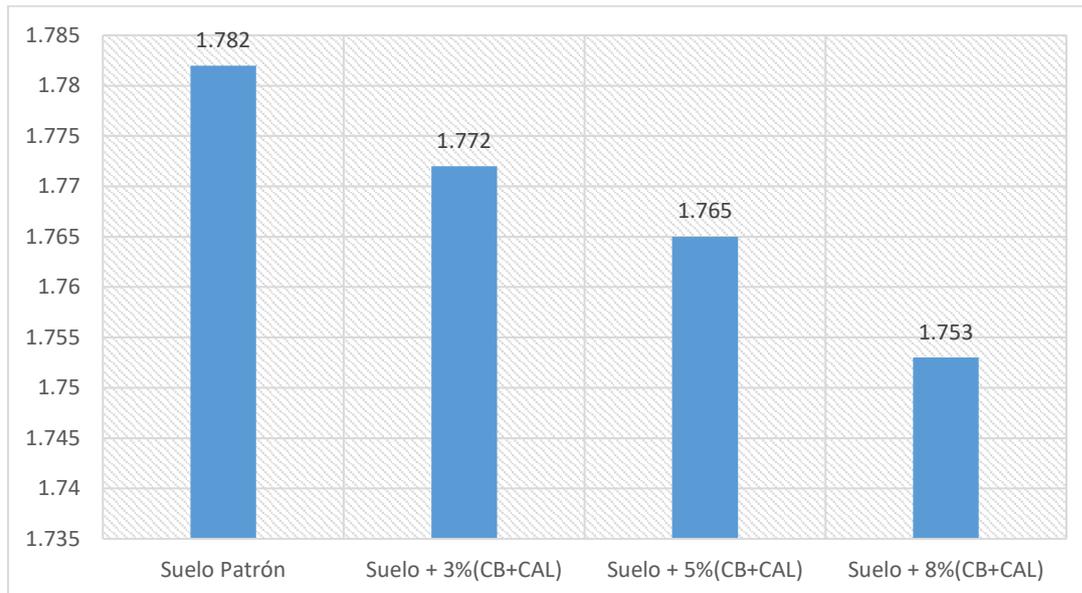


**Figura 10.** Variación de COH del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal.

Fuente: Elaborado por el investigador.

El suelo patrón tiene un contenido óptimo de humedad del 15.30%, mientras que el suelo mejorado con 1.5% de CB y 1.5% de cal tiene un contenido del 15.10%, el suelo con 2.5% de CB y 2.5% de cal tiene un contenido de 14.60%, y el suelo con 4% de CB y 4% de cal tiene un contenido del 14.50%. Esto muestra que al aumentar la cantidad de CB y cal en el suelo, el contenido óptimo de humedad disminuye, lo que puede afectar la plasticidad y la compactación del suelo.

#### Densidad máxima seca:



**Figura 11.** Variación de COH del Suelo Patrón y Suelo con CB+Cal.

Fuente: Elaborado por el investigador.

Es de 1.782 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que el suelo mejorado con diferentes cantidades de CB y cal presenta densidades máximas secas de 1.772, 1.765, y 1.753 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Se observa que a medida que se añade más CB y cal al suelo, la densidad máxima seca tiende a disminuir, lo que puede influir en su resistencia y capacidad portante.

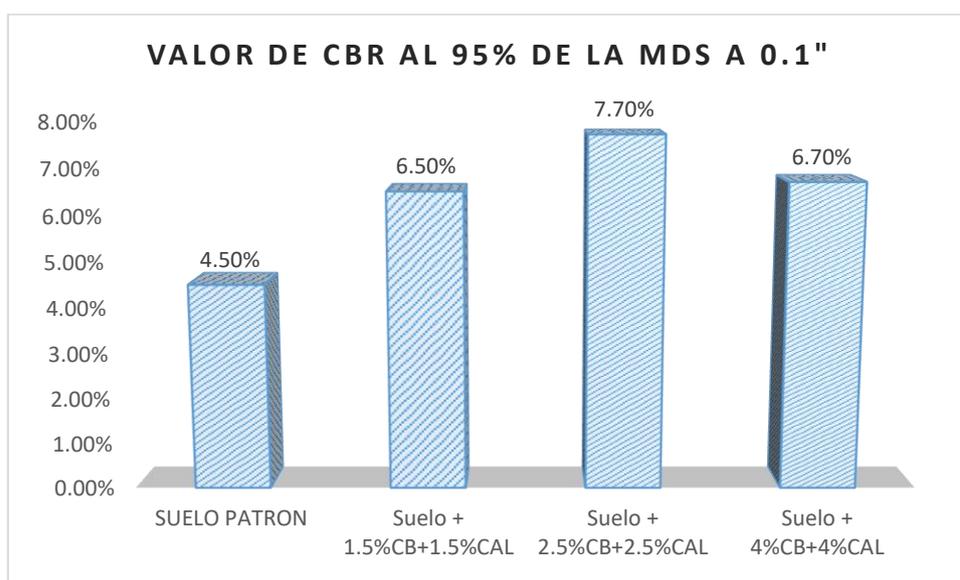
#### Valor de CBR al 95% de la MDS a 0.1":

Se observa que el suelo patrón tiene un valor de 4.50%, mientras que el suelo mejorado con diferentes proporciones de CB y cal presenta valores de 6.50%, 7.70%, y 6.70% respectivamente. Esto indica que la estabilización con CB y cal mejora la resistencia del suelo, lo que puede ser beneficioso en términos de capacidad portante y resistencia a cargas.

En resumen, las diferencias físicas y mecánicas entre el suelo patrón y el suelo mejorado con cal y CB indican que la adición de estos materiales puede afectar tanto las propiedades físicas (como la humedad y la densidad) como las propiedades mecánicas (como la resistencia y el CBR) del suelo, mejorando en general su comportamiento y capacidad de soporte.

### 3.3. Los porcentajes adición para el mejoramiento del CBR con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible.

Para el análisis del estudio de los porcentajes de adición del CBR, se va evaluar los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio que se presentan a continuación en la figura



**Figura 12.** CBR del suelo natural.

*Fuente: Elaborado por el investigador.*

Para determinar los porcentajes óptimos de adición de cenizas de bambú (CB) y cal para mejorar el CBR en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible, podemos analizar los resultados proporcionados en los datos de acuerdo a la figura 12:

- El suelo mejorado con 1.5% CB y 1.5% cal mostró un aumento del CBR al 6.50%.
- El suelo mejorado con 2.5% CB y 2.5% cal presentó un CBR de 7.70%.

- El suelo mejorado con 4% CB y 4% cal tuvo un CBR de 6.70%.

De acuerdo al análisis anterior se muestra el suelo patrón sin estabilizar tiene un CBR del 4,50% al 95% del MDS a 0,1". Luego al agregar 1.5% de CB y 1.5% de cal, el CBR aumenta a 6.50%. También cuando se incrementa la dosificación a 2,5% de CB y 2,5% de cal, el CBR alcanza su valor máximo de 7,70%. Sin embargo, al aumentar aún más la dosis a 4% de CB y 4% de cal, el CBR disminuye a 6,70%.

Basándonos en estos resultados, podemos inferir que los porcentajes de adición de cenizas de bambú y cal que proporcionan mejores resultados en términos de mejorar el CBR para la estabilización de la subrasante son alrededor del 2.5% de cada material. Esta combinación resultó en el CBR más alto de 7.70%.

Por lo tanto, con la adición de cal y ceniza de bambú mejora significativamente la capacidad de soporte (CBR) de la subasante arcillosa. Donde la dosificación óptima de 2,5% de ceniza de bambú y 2,5% de cal que maximiza el CBR, llegando a 7,70%. En cambio, con dosis mayores al 4% de cada aditivo no generan un aumento proporcional en el CBR, e incluso pueden disminuir su efectividad.

### **3.4. Análisis del costo y presupuesto en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal.**

Para el estudio actual, se realizó un análisis económico de los agentes estabilizadores más comunes en el mercado, como la ceniza de bambú y la cal. Se evaluaron aspectos como el costo de estos estabilizadores y se determinó la cantidad necesaria para alcanzar el porcentaje óptimo de adición, que es del 2.5%. El cálculo inicial contempló la cantidad de muestra de suelo y del agente estabilizador requerido para cubrir un área de 1 m<sup>2</sup>.

Para ello:

- Para un área de 1 m<sup>2</sup> y un espesor de 0.2 m, con un peso específico del suelo de 1900 kg/m<sup>3</sup> (peso húmedo), se procederá con los siguientes cálculos:

$$1m * 1m * 0.20m * 1900kg/m^3 = 380kg$$

Calculando el peso seco con el contenido óptimo de humedad (O.C.H) obtenido en nuestros ensayos: 14.6

$$p_w = \frac{\frac{14.6}{100} * 100}{(1 + \frac{14.6}{100})}$$

$$p_w = 12.65$$

Calculando la cantidad de 2.5% ceniza de bambú + 2.5% de cal, que es 5% de adicción.

$$(Peso Húmedo - Peso agua) * 0.05 = 112.51 \text{ kg}$$

Porcentaje respecto al peso seco

$$(380 - 12.65) * 0.05 = 18.37 \text{ kg}$$

Posteriormente, se realizará el cálculo de un Análisis de Precios Unitarios (APU), considerando los valores del mercado y una cuadrilla compuesta por un capataz y cinco peones, con un rendimiento aproximado de 60 m<sup>2</sup>. En el análisis se incluirá una motoniveladora y se asumirá una jornada de trabajo de 8 horas. En el análisis de precios unitarios, el número de bolsas de cemento se calculará dividiendo 18.37 kg entre dos, 9.18 kg de ceniza de bambú y 9.18 kg de cal.

### Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de bambú y cal

**Tabla 14.** Análisis de precio unitario para estabilización

PREPARACIÓN DE TERRENO Y ADICIÓN 2.5% DE CENIZA DE BAMBU + 2.5% CAL	M.O.	SC. Y ALQ.	MAT.	Horas T.=	8Horas
4.250	S/. 6.70	S/. 27.00	S/. 807.03	P. U. :	S/. 301.04
<b>Recurso:</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>17.28</b>
MAESTRO	HH	0.1000	0.0133	15.000	0.39
OPERARIO	HH	1.0000	0.1333	11.250	3.72
PEON	HH	5.0000	0.6667	7.500	13.17
<b>EQUIPOS</b>					<b>27.53</b>
MOTONIVELADORA	HM	1.0000	0.1333	200.000	26.67
HERRAMIENTAS MANUALES %	%MO			5.000	0.86
<b>MATERIALES</b>					<b>256.23</b>
CAL	BLS		0.4590	17.900	8.22
CENIZA DE BAMBU	KG		9.1800	87.000	247.86
AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.0150	10.500	0.16

La estabilización de la subrasante para pavimento flexible de la vía se obtiene de la tabla 14 donde se detalla el cálculo de precios unitarios obteniéndose el precio unitario de 301.04 soles por metro cuadrado de la subrasante estabilizada.

#### IV. DISCUSIÓN

En la investigación se determinó la influencia en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con la incorporación de cenizas de bambú y cal, avenida Huarangal, Carabayllo - Lima, 2024.

Por lo cual se Determinó la proporción óptima para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, avenida Huarangal, Carabayllo - Lima, 2024, donde se efectuó un estudio de mecánica de suelos que incluyó la extracción de muestras mediante calicatas, se tiene un contenido de humedad promedio alrededor del 15%, límites de consistencia que van para LL en promedio del 30%, según Nnochiri et al. (2023), los suelos con bajo contenido de arcilla tienen valores límite líquidos inferiores al 50%; y LP en promedio del 20%. La clasificación arrojó como resultado "CL" en SUCS sugiere que todos los suelos de las calicatas estudiadas son arcillas de baja plasticidad. Y la clasificación AASHTO se tiene un A-6 y A-4 que son típicamente arcillosos. Según Nnochiri et al. (2021), cuando el porcentaje que pasa a través del tamiz N° 200 es del 56%, que es más del 35% estipulado, el suelo es débil

Así mismo se analizó las diferencias físicas y mecánicas con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible, en la avenida Huarangal, Carabayllo – Lima, 2024, donde según el ensayo de Proctor la DMS y COH del suelo natural presentaron valores de  $1.782 \text{ gr/cm}^3$  y 15.30% respectivamente. Cuando se le agregó CB y Cal en porcentajes de 3%, 5% y 8%, la DMS y el COH presentaron una tendencia decreciente debido a que presentaron valores de  $1.72 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.765 \text{ gr/cm}^3$ ,  $.753 \text{ gr/cm}^3$  y 15.10%, 14.60%, 14.50% respectivamente, por lo cual la CB y CAL hace que el suelo requiera menos agua para lograr una MDS, según indica Yadav y Gaurav (2018), don las muestras con cenizas presentaron un comportamiento distinto, debido a que, la adición de ceniza hace que el suelo requiera más agua para alcanzar su MDS, donde a MDS aumenta del 14,80% al 19,60%, entre el suelo natural y la muestra R22C3 respectivamente.

El estudio comparativo de las propiedades mecánicas entre un suelo patrón y suelos mejorados con cenizas de bambú (CB) y cal reveló importantes diferencias físicas y mecánicas. Se evidencio que al incrementar la proporción de CB y cal en

el suelo, el contenido óptimo de humedad disminuyó ligeramente, pasando del 15.30% del suelo patrón a valores tan bajos como 14.50% con 4% de CB y 4% de cal. Esta reducción podría afectar la plasticidad y compactación del suelo durante la construcción. Además, la densidad máxima seca mostró una tendencia a disminuir a medida que se añadían más CB y cal, con valores variando entre 1.772 y 1.753 gr/cm<sup>3</sup> frente a 1.782 gr/cm<sup>3</sup> del suelo patrón, lo que podría influir en la resistencia y capacidad portante del suelo. En términos de propiedades mecánicas, el valor de CBR al 95% de la MDS a 0.1" demostró mejoras significativas con la adición de CB y cal. Mientras el suelo patrón tenía un CBR de 4.50%, los suelos mejorados mostraron valores aumentados de 6.50% a 7.70% con diferentes proporciones de estos materiales. Esta mejora sugiere un incremento en la resistencia del suelo, beneficiando su capacidad para soportar cargas.

En el estudio sobre los % óptimos de adición de cenizas de bambú (CB) y cal para mejorar el CBR en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible, se observaron los siguientes resultados: Se evaluaron diferentes proporciones de CB y cal en el suelo para determinar su efecto en el CBR: Con 1.5% de CB y 1.5% de cal, el CBR aumentó a 6.50%. Aumentando el porcentaje de adición a 2.5% de CB y 2.5% de cal, se alcanzó el máximo CBR de 7.70%. Sin embargo, con 4% de CB y 4% de cal, el CBR disminuyó a 6.70%. Estos resultados indican que la combinación óptima para mejorar el CBR se encontró en una proporción de 2.5% de CB y 2.5% de cal. Esta dosificación mostró el mayor incremento en la capacidad de soporte del suelo, elevando el CBR al 7.70%. Para alcanzar una estabilización efectiva de las subrasantes arcillosas, es crucial incorporar cenizas de bambú y cal en proporciones equilibradas. Esta mezcla no solo mejora significativamente las propiedades mecánicas del suelo, sino que también lo prepara de manera óptima para la construcción de pavimentos flexibles. La adición de estos estabilizadores asegura una mejora en la capacidad de soporte y durabilidad del suelo, facilitando su uso en proyectos de pavimentación.

En el análisis de costos y presupuesto para la estabilización de la subrasante destinada a pavimento flexible con la adición de cenizas de bambú y cal, se evaluaron varios aspectos económicos clave. Para estabilizar 1 m<sup>2</sup> de suelo con una proporción de adición del 2.5% de cenizas de bambú y 2.5% de cal, se estimó

que se necesitarían alrededor de 112.51 kg de material en total, distribuidos en 9.18 kg de cenizas de bambú y 9.18 kg de cal por metro cuadrado. En el análisis de precios unitarios (APU), se tomó en cuenta una cuadrilla de trabajo compuesta por un capataz y cinco peones, quienes utilizarían una motoniveladora durante una jornada laboral de 8 horas. Los costos unitarios incluyeron no solo la mano de obra, sino también el uso de equipos (motoniveladora y herramientas manuales) y los materiales necesarios (cal, cenizas de bambú y agua). El costo unitario calculado para la estabilización de la subrasante resultó ser de 301.04 soles por metro cuadrado.

## V. CONCLUSIONES

1. Se puede concluir que el uso de la ceniza de bambú y cal estabiliza significativamente la subrasante para el diseño del pavimento flexible, en la avenida Huarangal, Carabaylo – Lima, 2024.
2. En conclusión, la adición óptima que mejora las características mecánicas del suelo de la subrasante es la adición de 2.5% de ceniza de bambú+2.5% de cal. Llegando a un CBR del 7.70% con esta combinación, a diferencia de la muestra patrón que presentó un CBR de 4.50%. Además, el contenido óptimo de humedad del suelo no fue tan baja con esta combinación a diferencia de otras.
3. Sobre la base de las propiedades del índice, la muestra de suelo fue clasificada como A-6 (7), A-4 (6) y A-6 (6) en la clasificación AASHTO y en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, la muestra de suelo fue CL respectivamente, también, sobre la base de análisis granulométrico, donde del 68.7% al 73.2% son suelos finos, así mismo el IP tuvo valores entre 11% y 12%. En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado con CB y Cal, se evidenció que cuando se agregaba los estabilizadores antes mencionados, el suelo requería menos agua para obtener una MDS, debido a que la muestra natural presentó una DMS de  $1,782 \text{ gr/cm}^3$  con un COH de 15.30%, luego se evidenció que con la adición de 3%, 5% y 8% de CB+CAL la DMS disminuyó hasta  $1.753 \text{ gr/cm}^3$  mientras que el OCH disminuyó hasta 14.50%.
4. En conclusión, el estudio detallado sobre los porcentajes de adición de cenizas de bambú y cal para mejorar el CBR en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible ha proporcionado resultados significativos y aplicables. Se observó que la combinación más efectiva para incrementar el CBR, crucial para la capacidad de soporte del suelo, fue de 2.5% de cenizas de bambú y 2.5% de cal. Esta proporción logró el CBR más alto registrado en el estudio, alcanzando un valor del 7.70%. Además, se evidenció que dosificaciones mayores, como 4% de cada material, no resultaron en un aumento proporcional del CBR. La adición controlada de cenizas de bambú y cal representa una estrategia efectiva y viable para

mejorar la capacidad de soporte del suelo, proporcionando una base más resistente y duradera para la construcción de infraestructuras viales.

5. En conclusión, el análisis económico para la estabilización de la subrasante con cenizas de bambú y cal para pavimento flexible ha arrojado resultados detallados y significativos. Se determinó que la adición óptima de 2.5% de cenizas de bambú y 2.5% de cal por metro cuadrado de suelo proporciona mejoras sustanciales en las propiedades mecánicas del terreno, especialmente en el incremento del CBR (California Bearing Ratio). El cálculo de costos unitarios reveló que el costo total por metro cuadrado de subrasante estabilizada asciende a 301.04 soles. Este valor incluye mano de obra, equipos y materiales necesarios para llevar a cabo el proceso de estabilización.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. En cuanto a las características físicas del suelo se recomienda evaluar las propiedades índices del suelo con las CB más Cal para así evaluar si cumplen los parámetros establecidos en la MTC de suelos y pavimentos.
2. Se sugiere realizar un análisis de las características físicas y mecánicas, específicamente mediante el ensayo de Proctor, en las muestras de las otras calicatas, para así poder determinar de manera más precisa la muestra óptima con la cual se evaluará la adición de CB y Cal.
3. Se recomienda analizar las características físicas y mecánicas de las propiedades de los suelos y del ensayo de Proctor y CBR de las muestras analizadas
4. Se recomienda realizar un análisis detallado y ajustes precisos en la composición de los materiales estabilizantes para obtener resultados óptimos en la preparación de subrasantes para pavimentos flexibles.
5. Se recomienda realizar análisis económico que proporcione una guía clara sobre los costos asociados con la implementación de cenizas de bambú y cal para mejorar las propiedades del suelo, destacando la importancia de una planificación detallada y eficiente en proyectos de infraestructura vial.

## REFERENCIAS

- ARIAS, Jose, HOLGADO, Julio, TAFUR, Tania y VÁSQUEZ, Mario (2022). Metodología de la investigación: El método de ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.01>
- ARIAS, Sergio. Metodología de la Investigación. 1.<sup>a</sup> ed. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., 2021. 164 pp. ISBN: 978-612-5069-04-7
- ¿Cuáles son las técnicas de análisis de datos en Big Data? ). [Universidad Isabel I]. Universidad Isabel I (8 de Febrero de 2023). [Fecha de consulta: 29 de febrero de 2024]. Recuperado de <https://www.ui1.es/blog-ui1/cuales-son-las-tecnicas-de-analisis-de-datos-en-big-data>
- ¿En qué consiste el proceso de dosificación? [Mensaje en un blog]. España: ChT, (28 de abril de 2022). [Fecha de consulta 29 de febrero de 2024]. Recuperado de <https://www.chumillastechnology.com/blog/en-que-consiste-el-proceso-de-dosificacion/>
- ¿Qué es el CBR? [Mensaje en un blog]. México: Sánchez, F., (22 de junio de 2023). [Fecha de consulta: 29 de febrero de 2024]. Recuperado de <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>
- ARRIAGA, M. S. *Evaluación del mejoramiento de suelos lateríticos con cenizas de productos orgánicos y cenizas volantes*. En: Repositorio Institucional UPEU [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión, 2020 [consultado el 27 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3409>
- Cheng, A., & Brown, A. (1998). *HRM strategies and labour turnover in the hotel industry: A comparative study of Australia and Singapore*. *The*

*International Journal of Human Resource Management*, 9(1), 136-154.  
<https://doi.org/10.1080/095851998341233>

- Cherry, K. (2022). *What Is Behaviorism?* Verywell Mind. Retrieved February 28, 2024. <https://www.verywellmind.com/behavioral-psychology-4157183>
- COTRINA, Darlyn. *Estabilización de subrasante de suelos arenosos - arcillosos (A 2-4) con adición parcial del 7%, 13%, 19% y 26% de cenizas del hueso de melocotón para la progresiva 4+270 a la progresiva 8 +390 de la avenida Alisos - Lima Norte -2023*. [en línea]. Bachelor's tesis, Universidad Privada del Norte, 2023. [consultado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/111228>
- CURASMA, Wilbert. *Estabilización de subrasantes blandas con insumos inorgánicos, avenida Integración Este - Torre Torre, Huancayo, Junín 2021*. [en línea]. Bachelor's tesis, Universidad Continental, 2021. [consultado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10457>
- Editors of Encyclopaedia Britannica. (2019). *Pavement | Road Construction, Maintenance & Repair | Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/pavement-civil-engineering>
- *Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions"* [en línea]. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2022 [consultado el 10 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.283>
- GARCIA, G. *Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de bambú y caucho granulado en el diseño del pavimento flexible, Carabayllo - Lima, 2022*. En: Repositorio Institucional UCV [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, 2022 [consultado el 27 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97185>

- García-Lodeiro, I., Fernández-Jiménez, A., Palomo, A., & Macphee, D. E. (2011). "Compatibility studies between N-A-S-H and C-A-S-H gels. Study in the ternary diagram Na<sub>2</sub>O–CaO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O." *Cement and Concrete Research*, 41(7), 720-729. <https://digital.csic.es/handle/10261/53927>
- GAVIOLI, L. M. et al. Comparative performance of M-S-H cement vs. portland cement in fiber cement incorporating bamboo leaf ash and cellulosic fibers. *Journal of Building Engineering* [en línea]. 2024, **91**, 109644 [consultado el 27 de mayo de 2024]. ISSN 2352-7102. Disponible en: [doi:10.1016/j.jobbe.2024.109644](https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.109644)
- Geobios. 2006. *Levantamiento de perfiles estratigráficos y análisis de icnofábrica en depósitos arenosos*. 39(1): 1-11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016699505001105>
- GIL, Oscar. *Estabilización de subrasante con cal y pedraplén para evitar asentamientos en la vía Lima - Canta - Huayllay, 2021*. En: Repositorio Institucional UCV [base de datos en línea]. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, 2022 [consultado el 27 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/98913>
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2018). *Artificial intelligence in service*. *Journal of Service Research*, 21(2), 155-172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Ingeniería, Investigación y Tecnología. 2014. *Simulation of Creep Phenomenon in Clay Soils Using Rheology and Fractional Differential Equations*. 15(4): 561-574. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774314706547>
- IPINCE, Hector. 2020. *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019*. [en línea]. Bachelor's tesis, Universidad César Vallejo, 2020. [consultado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48544>

- KABDIYONO, E. A. et al. Potential of Bamboo Leaf Ash for Soil Stabilization - Literature Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 2024, **1324**(1), 012044 [consultado el 26 de mayo de 2024]. ISSN 1755-1315. Disponible en: doi:10.1088/1755-1315/1324/1/012044
- KURNIAWAN, B. y H. SUGIHARTO. Analisa semen campuran abu daun bambu dan kalsium hidroksida. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil* [en línea]. 2022, **11**(2), 31–38 [consultado el 26 de mayo de 2024]. ISSN 2598-2397. Disponible en: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/12901>
- Límites de Atterberg: Determinación de los límites plástico, líquido y de encogimiento del suelo [Mensaje en un blog]. Santiago de Chile: COTECNO, (2024). [Fecha de consulta: 29 de febrero de 2024]. Recuperado de <https://www.cotecno.cl/limites-de-atterberg-determinacion-de-los-limites-de-plastico-liquido-y-encogimiento/>
- Luo, X., & Bhattacharya, C. B. (2006). *Corporate social responsibility, customer satisfaction, and market value*. *Journal of Marketing*, 70(4), 1-18. <https://doi.org/10.1509/jmkg.70.4.001>
- MANUAL de carreteras. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 16 de mayo de 2016. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
- NNOCHIRI, E. S., I. P. OKOKPUJIE y L. K. TARTIBU. Experimental Analysis of the Strength and Microstructural Effects of Rice Husk Ash and Bamboo Leaf Ash on Cement-treated Lateritic Soil. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics* [en línea]. 2023, **18**(4), 783–789 [consultado el 26 de mayo de 2024]. ISSN 1755-7445. Disponible en: doi:10.18280/ijdne.180404

- NNOCHIRI, E., OGUNDIPE, O., y OLA, S. A. Geotechnical and microstructural properties of cement-treated laterites stabilized with rice husk ash and bamboo leaf ash. *Acta Polytechnica* [en línea]. 2021, **61**(6), 722–732 [consultado el 27 de mayo de 2024]. ISSN 1805-2363. Disponible en: doi:10.14311/ap.2021.61.0722
  
- NORMA Técnica E.050. *Suelos y cimentaciones*. [en línea]. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2018. [consultado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E050\\_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)
  
- NWONU, Donald y IKEAGWUANI, Chijioke Christopher. Evaluating the effect of agro-based admixture on lime-treated expansive soil for subgrade material. *International Journal of Pavement Engineering* [en línea]. 2021, 1–15 [consultado el 27 de mayo de 2024]. ISSN 1477-268X. Disponible en: doi:10.1080/10298436.2019.1703979
  
- OHADIAN, Ali et al. Soft Clay Modified with Municipal Solid Waste and Stabilized with Nano-MgO for Pavement Subgrade and Embankment Fill Applications. *Transportation Geotechnics* [en línea]. 2024, 101261 [consultado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trgeo.2024.101261>  
ISSN 2214-3912.
  
- OSUOLALE, Olukorede Micheal, Akeem Olatunde ARINKOOLA y Oluwole Ayodeji OLAWUYI. Performance Evaluation of Bamboo Leaf Ash and Steel Slag Powder as Alternative Filler in Asphaltic Mixes. *Journal of Engineering Research* [en línea]. 2023, 100117 [consultado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: doi: <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100117>  
ISSN 2307-1877.
  
- Patel, H. (2020). *Environmental valorisation of bagasse fly ash: a review*. RSC Advances, (52), 1.  
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/ra/d0ra06422j>

- PEÑA-LOPEZ, Midely, Naysha SIFUENTES-ALVAREZ y German SAGASTEGUI-VASQUEZ. Stabilization of the subgrade using Viaforte cement and Calcareous Residues from Concha de Abanico from the Bella Mar Sector – Huanchaquito Bajo, 2021. En: *20th LACCEI International Multi-Conference for*
- Peso específico [Mensaje en un blog]. Balderix, (2024). [Fecha de consulta: 29 de febrero de 2023]. Recuperado de <https://www.ingenierizando.com/conceptos/peso-especifico/>
- RAMOS, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 10(1). <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- RÍOS, Roger. Metodología para la investigación y Redacción. 1.<sup>a</sup> ed. Servicios Académicos Intercontinentales S.L., 2017. 143 pp. ISBN: 13-978-84-17211-23-3
- RUIZ HUARAZ, Carlos Bernardino y Marisel Roxana VALENZUELA RAMOS. Metodología de la investigación [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) - Fondo Editorial., 2022 [consultado el 14 de julio de 2023]. Disponible en: doi: <https://doi.org/10.56224/EdiUnat.4>  
ISBN 9786124896217
- Sharma, A., Sharma, R. K., & Sharma, S. (2020). *Use of bamboo ash in flexible pavement construction. Construction and Building Materials*, 235, 117450 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117450>

- SILVA, Lucas H. P. et al. Potential of bamboo leaf ash as supplementary binder materials - A systematic literature review. *Journal of Building Engineering* [en línea]. 2023, **71**, 106547 [consultado el 26 de mayo de 2024]. ISSN 2352-7102. Disponible en: doi:10.1016/j.jobbe.2023.106547
- Villar-Cociña, E., Rodier, L., Savastano, H. Lefrán, M, Rojas, M. (2020) A Comparative Study on the Pozzolanic Activity Between Bamboo Leaves Ash and Silica Fume: Kinetic Parameters. *Waste Biomass Valor* 11, 1627–1634. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-00556-y>
- VIZCARRA, S. et al. Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with lime. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, **758**, 012090 [consultado el 27 de mayo de 2024]. ISSN 1757-899X. Disponible en: doi:10.1088/1757-899x/758/1/012090
- Volumen [Mensaje en un blog]. Sánchez, A., (16 de junio de 2023). [Fecha de consulta: 29 de febrero de 2024]. Recuperado de <https://conceptodefinicion.de/volumen/>
- Yadav, A. K., & Gaurav, K. (2018). *Evaluation of the performance of flexible pavement containing lime and fly ash. Construction and Building Materials*, 173, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.020>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Cenizas de Bambú y Cal	<b>Cenizas de Bambú:</b> La ceniza de hoja de guadua, una especie de bambú leñoso, tiene un alto potencial en la producción de cementos de activación alcalina. Puede utilizarse como adición mineral en cementos Portland (los más comerciales) o como materia prima en la producción de cementantes alternativos con un menor impacto ambiental (García-Lodeiro, I., Fernández-Jiménez, A., Palomo, A., & Macphee, D. E. (2011)).	Las cenizas de bambú y cal deben ser analizadas en cuanto a sus características y determinar la adición necesaria	Dosificación	M1: 3 % (CAL + CB)	Razón
	<b>Cal:</b> La piedra caliza es una roca sedimentaria abundante y natural que consiste en altos niveles de carbonato de calcio y / o magnesio, y / o dolomita (carbonato de calcio y magnesio), junto con pequeñas cantidades de otros minerales. Por lo tanto, la cal se extrae de canteras y minas subterráneas de todo el mundo. (Ingeniería, Investigación y Tecnología, 2014).			M2: 5 % (CAL + CB)	
				M3: 8 % (CAL + CB)	
			Peso Específico	Peso	
	Volumen				
	Densidad				
Granulometría	Tamaño Partículas				
	Clasificación				

<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Estabilización de Subrasante	<b>Estabilización de Subrasante</b> La estabilización de suelos considera el mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de este a través de procedimientos mecánicos y/o físico – químicos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)	La estabilización de la subrasante se hará determinando los cambios posibles que puedan realizar en el pavimento la adición de las cenizas de Bambú y cal, se evaluará el índice plástico, la relación de la máxima	Muestreo	Peso	Razón
				Volumen	
				Densidad	
			Propiedades físicas y mecánicas	Índice Plástico (I.P)	
				Máxima Densidad Seca (MDS)	
Óptimo Contenido de Humedad (OCH)					

	densidad seca y el óptimo contenido de humedad, todo esto en base a volúmenes y muestras, finalmente se determina la capacidad de resistencia del suelo mediante el Ensayo de CBR, y el módulo de resiliencia.	Ensayo	Tipo de Suelo	
		California	Presión Admisible	
		Bearing Ratio (CBR)	Capacidad de Resistencia del Suelo	
		Costo - Presupuesto	Metrado	
			Rendimiento	
			Análisis costo Unitario	

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
<b>Problema general:</b> ¿Cómo influye la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante al comportamiento vial del pavimento	<b>Objetivo General:</b> Determinar la influencia en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible la incorporación de cenizas de bambú y cal,	<b>Hipótesis general:</b> La subrasante con ceniza de bambú y cal se estabiliza significativamente en el diseño del pavimento flexible, en la avenida Huarangal,	<b>Independiente:</b> Cenizas de Bambú y Cal	Dosificación	M1: 3 % (CAL + CB)	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>
					M2: 5 % (CAL + CB)	Aplicada
					M3: 8 % (CAL + CB)	<b>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN</b>
				Peso Específico	Peso	Cuantitativo
					Volumen	<b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b>
					Densidad	Descriptivo-explicativo
				Granulometría	Tamaño Partículas	<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>
					Clasificación	Experimental

flexible en la Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024?	avenida Huarangal, Carabaylo - Lima, 2024.	Carabaylo – Lima,2024.				
<b>Problema Específico:</b> PE1. ¿Cuál es la proporción óptima para estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, avenida Huarangal,	<b>Objetivos Específicos:</b> OE1.Determinar la proporción óptima para estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, avenida Huarangal,	<b>Hipótesis Específicas:</b> HE1. La proporción óptima para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, es de 5% adicionados relativamente entre ambas	<b>Dependiente:</b> Estabilización de Subrasante	Muestreo	Peso	La investigación es de diseño experimental debido que se manipularán las variables independientes para ver cambios en la variable dependiente.
					Volumen	
					Densidad	<b>01--&gt; 02</b>

Carabayllo - Lima, 2024?	Carabayllo - Lima, 2024.	- sustancias para la avenida Huarangal Carabayllo - Lima, 2024.				
-----------------------------	-----------------------------	---	--	--	--	--

PE2: ¿Cuáles son las diferencias físicas y mecánicas con cenizas de bambú y cal en la estabilización de subrasante para pavimento flexible, en la avenida Huarangal, Carabayllo - Lima, 2024?	OE2: Analizar las diferencias físicas y mecánicas con la adición de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible, en la avenida Huarangal, Carabayllo - Lima, 2024.	HE2. Existen diferencias físicas y mecánicas con la adición de cenizas a de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible, en la avenida Huarangal, Carabayllo - Lima, 2024.	<b>Dependiente:</b> Estabilización de Subrasante	Propiedades físicas y mecánicas	Índice Plástico (I.P)	O1: Subrasante estabilizada sin la adición de ceniza de bambú y Cal
	PE3: ¿De qué manera mejora el CBR con las cenizas de bambú y cal en la estabilización	OE3: Establecer los porcentajes adición para el mejoramiento del CBR con la adición			HE3. La adición de cenizas de bambú y cal mejoran en el CBR para la estabilización de la subrasante para	Máxima Densidad Seca (MDS)
Óptimo Contenido de Humedad (OCH)			<b>POBLACION (MUESTRA)</b>			
				Ensayo California Bearing Ratio (CBR)	Tipo de Suelo	Avenidas del distrito de Carabayllo, provincia de Lima, departamento de Lima
					Presión Admisible	<b>MUESTREO</b>

de la subrasante para pavimento flexible en la avenida Huarangal, Carabaylo - Lima, 2024?	de cenizas de bambú y cal en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible en la avenida Huarangal, Carabaylo - Lima,2024	pavimento flexible en la avenida Huarangal, Carabaylo - Lima,2024		Capacidad de Resistencia del Suelo	Avenida Huarangal de distrito de Carabaylo, provincia de Lima, departamento de Lima
PE4: ¿Como influye en el costo y presupuesto la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, en la avenida Huarangal, Carabaylo - Lima, 2024?	OE4: Determinar el costo y presupuesto en la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, en la avenida Huarangal, Carabaylo - Lima, 2024.	HE4. El costo y presupuesto disminuye eficientemente para la estabilización de la subrasante para pavimento flexible con cenizas de bambú y cal, en la avenida Huarangal, Carabaylo - Lima, 2024.	Costo - Presupuesto	Metrado	<b>TÉCNICA (INSTRUMENTO)</b>
				Rendimiento	Observación.
				Análisis costo Unitario	(Fichas de Recolección de Datos

Anexo 3: Informes de laboratorio del estudio de mecánica de suelos.



Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
 jcgeotecnialaboratorio@gmail.com  
 informes@jc-geotecnia.com  
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
 Carabaylo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	POB-003-201
		Revisado	1
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	30/03/04
PROYECTO : COMPORTAMIENTO VAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENizas DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE AVENIDA ALBERDIENDE - COMENDELLC - LIMA, 2004 SOLICITANTE : RONALD FORTUNATO PALACAR MORIANO UBICACIÓN : AVENIDA HUARMANBAZ - CARABAYLLO - LIMA, 2004 Cultura : C-1 Muestra : M-1 Probabilidad : 1.000 Fecha de ensayo : 19/03/2004			

TAMIZ	ANCHO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2248)</b> Constante Humedad (%) : 0.1 <b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4082)</b> Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 20 Índice Plástico (IP) : 12 <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913)</b> Grava (%) : 0.0    Arena (%) : 99.9    Fines (%) : 73.2 <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) : CL Clasificación AASHTO (ASTM D3080) : A-6 (2) Nombre de Grupo : Análisis de tipo plastoclas con arena
3/16"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1/16"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.500	100.00		
Nº 4	4.750	100.00		
Nº 10	2.000	93.77		
Nº 20	0.850	86.71		
Nº 40	0.425	84.43		
Nº 60	0.250	82.29		
Nº 100	0.150	79.86		
Nº 200	0.075	73.21		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM D4955 : CL Análisis de tipo plastoclas con arena

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el ensayo de la muestra de ensayo húmedo a 110 ± 0.5 °C.
  - El procedimiento de reducción de muestra para el análisis granulométrico fue Secado al horno a 110 ± 0.5 °C de vapor de agua saturado. Además se utilizó un tipo de agua destilada.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo. Verifique que el método de secado es a horno a 110 ± 0.5 °C.



DESIGNACIONES:  
 \* Muestra enviada e identificada por el solicitante.  
 \* Distribución de responsabilidades según el SOR 00.004. Realizado en la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Abel Marcelo Pasquel INGENIERO CIVIL - CIP Nº 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.		CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecnia@laboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com

www.jc-geotecnia.com

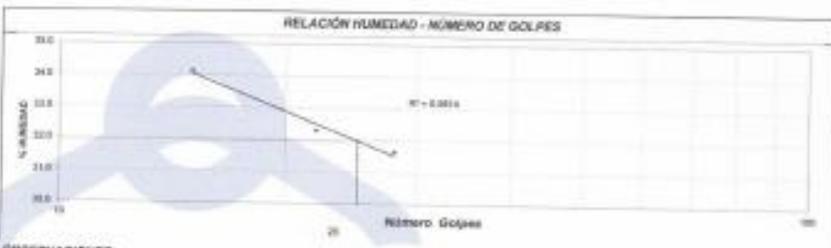
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayillo - Lima

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JC
		Fecha	20/1/2024
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D419 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	Resultado de Laboratorio		
SOLICITANTE	RONALDO FORTUNATO PAJICAR MORENO		
PROYECTO	COMPOSTAMIENTO VAL DEL PAVIMENTO FLEBLÉ INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE BURSASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024		
Cálculo	C-1		
Muestra	94.7		
Profundidad	1.50 m		
		Fecha de ensayo: 19/09/2024	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad $[W] = \frac{(A-B)(100)}{(B-C)}$	%
Nº De Golpes	

Muestra Pasante del Tamiz - Nº 40					
LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
1	2	3	1	2	3
36.89	36.46	36.27	22.79	21.69	
37.66	36.56	32.47	21.07	20.40	
26.90	27.54	23.62	19.41	14.24	
8.94	2.98	2.62	0.99	1.23	
8.76	8.86	8.89	4.96	8.11	
34.13	32.28	31.84	16.76	26.13	
16	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	42	26	12



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>ABEL MARCELO PASQUEL</b> INGENIERO CIVIL / CP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	F04L-06-05-001
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	20/10/24

PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CANTOS DE ARENIZ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024
SOLICITANTE	RONALDO FORTUATO PALACAR MORENO
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024
Cálculo	D.T.
Muestra	M-7
Profundidad	1.00 m
	Fecha de ensayo: 15/09/2024

TAMIZ	ABRITO T 27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 7.9  LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D418) Límite Líquido (LL) 31 Límite Plástico (LP) 21 Índice Plástico (IP) 10  ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913) Grava (%) Arena (%) Fines (%) 0/3 23.5 76.5  CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (ASTM D2000) A-4 (B)  Nombre de Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.000	100.00		
1/2"	12.500	100.00		
3/8"	9.500	100.00		
Nº 4	4.750	100.00		
Nº 10	2.000	83.87		
Nº 20	0.850	88.87		
Nº 40	0.425	83.90		
Nº 60	0.250	75.34		
Nº 100	0.150	75.99		
Nº 200	0.075	71.51		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 OL Arcilla de baja plasticidad con arena

- RECOMENDACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS USADOS:
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el exceso de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue lavado al horno a 110 ± 5 °C de acuerdo al método Manual. Además se identificó con gota de azul de bromotolueno.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Uniflujo. El método de preparación es el Húmedo, mientras que el método de ensayo es a horno a 110 ± 5 °C.



Observaciones:  
 1. Muestra recibida e identificada por el solicitante.  
 2. Modificada la identificación por el total de este documento en la autorización escrita del Área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>ABEL MARCELO RASGUEL</b> INGENIERO CIVIL - CIP Nº 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Agencia de Asesoría e Ingeniería</small>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Control de Calidad en Laboratorio LABORATORIO</small>	



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

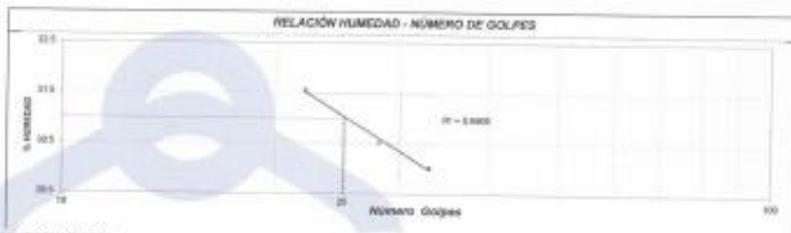
Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecniaLaboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayllo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-008
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JC
		Fecha	26/10/2024
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4254 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	Resultados de Laboratorio		
SOLICITANTE	RONALD FORTUNATO PALCAR MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CEMAS DE BAMBU Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
Calcular	C-2		
Muestra	M-1		
Profundidad	1.50 m		
		Fecha de ensayo: 18/09/2024	

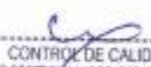
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Muestra Pasada del Tamiz - Nº 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	1	2	3
Peso de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g	38.07	38.38	34.67	22.80	21.85	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.54	36.42	32.35	21.50	20.43	
Peso de Recipiente (C)	g	25.56	27.12	24.12	18.81	14.94	
Peso del Agua (A-B)	g	3.18	2.86	2.47	1.07	1.28	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.01	8.30	8.23	5.69	5.78	
Contenido Humedad (W=(A-B)/(B-C)*100)	%	21.38	30.85	30.04	21.32	28.91	
Nº De Golpes		22	28	33			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	31	31	10



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>ABEL MARCELO PASÓUEL</b> INGENIERO CIVIL - CP N° 221458 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suavito y Peruvianista</small>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código:	FOR-L39-M3-201
		Revisión:	3
		Aprobado:	AB-JC
		Fecha:	20/12/2024
<b>PROYECTO:</b> COMPORTAMIENTO SMI DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENizas DE BAMBÚ Y CAL, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBGRANADO, AEROSOL <b>HEMISFERIO:</b> CARABAYLO - LIMA - PERÚ <b>SOLICITANTE:</b> AEROSOL PORTUARIOS PERÚ S.A. <b>UBICACIÓN:</b> AVENIDA HUAYANCA - CARABAYLO - LIMA, PERÚ <b>Calle:</b> - O - 0 <b>Muestra:</b> A-1 <b>Profundidad:</b> - 1.50 m <span style="float:right">Fecha de ensayo: 19/05/2024</span>			

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
	mm	%		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)			
3"	75.200	100.00	/	Contenido Humedad (%)			
2 1/2"	63.900	100.00		7.8			
2"	63.800	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>			
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)			
1"	25.400	100.00		32			
3/4"	19.050	100.00		Límite Plástico (LP)			
1/2"	12.700	100.00		21			
3/8"	8.500	100.00		Índice Plástico (PI)			
Nº 4	4.750	100.00		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913)</b>			
Nº 10	2.000	93.05		Grava (%)			
Nº 20	0.850	90.45		Arena (%)			
Nº 40	0.425	91.03		Fines (%)			
Nº 60	0.250	77.46		6.0			
Nº 100	0.150	75.43		31.3			
Nº 200	0.075	68.88		68.7			
				<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
				Clasificación SUCS (ASTM D2487)			
				CL			
				Clasificación AASHTO (ASTM D3202)			
				A-6 (2)			
				Nombre de Grupo			
				A-6 (2) - Grupo de base plástico			

**DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MUESTRA:** CL - Anillo anillo de base plástico  
ASTM 2487

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad en el 0 y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 0.5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue lavado al horno a 110 ± 0.5 °C. Se utilizó un lavadero Marval. Además se utilizó un 600 de agua ionizada.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Caspary. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 0.5 °C.



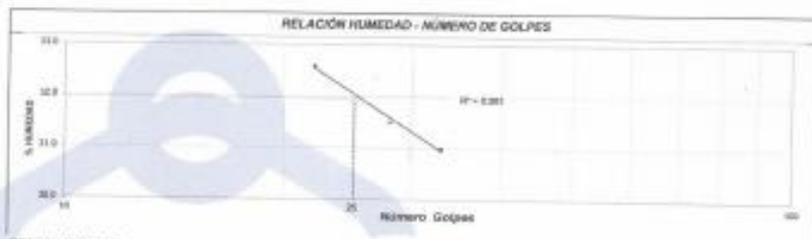
**COMENTARIOS:**  
 \* Muestra provisto e identificada por el solicitante.  
 \* Pendiente la notificación diaria o total de este documento en el sistema online de datos de calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>ABEL MARCELO PARODI</b> INGENIERO CIVIL - D.F. Nº 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</small>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JC
		Fecha	26/1/2024
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / NTC E - 110 / NTC E - 111			
REFERENCIA	Resultado de Laboratorio		
SOLICITANTE	RONALD FORTUYNATO PALCAR MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBU Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUMANAÑAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUMANAÑAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
Calleada	C-3		
Alcaldía	A0-1		
Profundidad	1.00 m	Fecha de ensayo:	15/05/2024

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante del Tamiz - N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	1	2	
Vol. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g	41.21	48.11	40.60			37.33 28.38
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	37.43	36.53	37.21			36.97 26.53
Peso de Recipiente (C)	g	25.62	26.41	26.12			23.42 24.03
Peso del Agua (A-C)	g	3.19	3.28	3.44			0.67 0.92
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.81	10.42	11.09			0.15 4.00
Contenido Humedad $W = \frac{(A-B)(C)}{(B-C)} \times 100$	%	26.98	21.80	26.98			21.12 33.60
N° De Golpes		10	25	35			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	33	21	11



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARZELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-AFACTO

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jgeotecnia@laboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayllo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	FCR LAB-ME-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	20/02/24

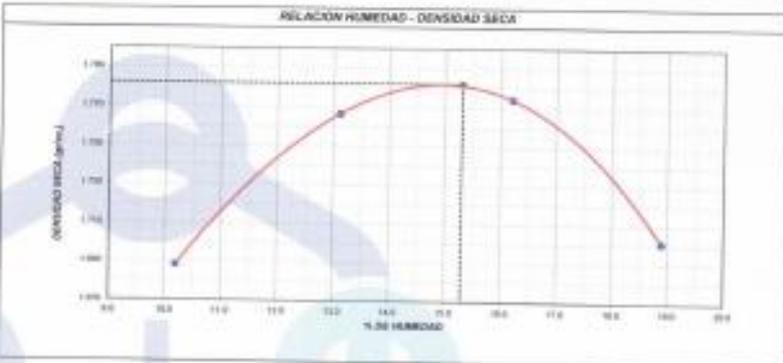
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1557 / MTC E - 105

<b>REFERENCIA</b>	: Dato de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: RONALD FORTINATO PALACAY MORENO		
<b>PROYECTO</b>	: COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CRIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARIANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
<b>UBICACIÓN</b>	: AVENIDA HUARIANGAL - CARABAYLLO - LIMA		
<b>CALICATA</b>	: C-1	Fecha de ensayo: 17/02/2024	
<b>MUESTRA</b>	: A-1		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 1.50 m		

Valores Mide	1 102	cm <sup>3</sup>	MÉTODO: "A"
Peso Mide	2711	gr	

MUNDO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Mote	gr	5 821	5 873	6 045	6 300	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	2 090	2 262	2 272	2 229	
Peso Volúmenes Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1 885	1 080	2 962	2 027	
Recipiente Humedo		A	B	C	D	
Peso Cuen Humedo + Tara	gr	498.2	482.4	476.1	512.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	414.0	435.3	406.7	431.3	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	42.2	57.1	69.4	81.5	
Peso del suelo seco	gr	416	435	413	431	
Contenido de agua	%	10.2	13.1	16.2	18.8	
Densidad Sólida	gr/cm <sup>3</sup>	1.685	1.708	1.774	1.751	

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.772	gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Máximo Óptimo:</b>	16.2	%
------------------------------	-------	--------------------	---------------------------------	------	---



- OBSERVACIONES:**
- Muestra prevenida e identificada por el solicitante.
  - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-018
		Revisión	3
		Aprobado	CC
		Fecha	28/12/2014

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1583 / MTC 8 - 122

<b>REFERENCIA</b>	Cercas de edificación		
<b>SOLICITANTE</b>	RONALD FORTUNATO PAUCAR MORENO		
<b>PROYECTO</b>	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE. AVENIDA HUAYANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
<b>UBICACIÓN</b>	AVENIDA HUAYANGAL - CARABAYLLO - LIMA		
<b>CALCULATA</b>	0-1	<b>Fecha de ensayo:</b>	21/05/2014
<b>MUESTRA</b>	SP1		
<b>PROPUNDA</b>	1.30 m		

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Ítem	A		B		C	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso seco (gr)	11.846	11.892	11.892	11.492	11.492	11.492
Peso agua (gr)	7.482	7.502	7.502	7.502	7.502	7.502
Peso suelo compactado (gr)	4.447	4.398	4.398	4.398	4.398	4.398
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.126	2.071	2.071	2.071	2.071	2.071
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.027	2.025	2.025	2.025	2.025	2.025
Humedad (%)	34.1	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.588	1.588	1.588	1.588	1.588

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tartrato húmedo (gr)	388.8	392.1	392.1	388.2
Tartrato seco (gr)	322.8	342.2	342.2	342.8
Peso de agua (gr)	66.0	49.9	49.9	45.4
Peso de suelo (gr)	322.8	342.1	342.1	322.8
Humedad (%)	20.4	14.6	14.6	14.0

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Expansión			Expansión			Expansión		
			Def	mm	%	Def	mm	%	Def	mm	%
14-May	1:00 p.m.	24	68	1.72	1.40	75	1.81	1.50	81	2.00	1.70
19-May	1:00 p.m.	45	81	2.26	1.90	88	2.18	1.86	100	2.50	2.21
20-May	1:00 p.m.	72	82	2.34	2.00	100	2.50	2.21	118	2.95	2.62
21-May	1:00 p.m.	88	102	2.60	2.20	115	2.90	2.46	138	3.50	3.18

**PENETRACIÓN**

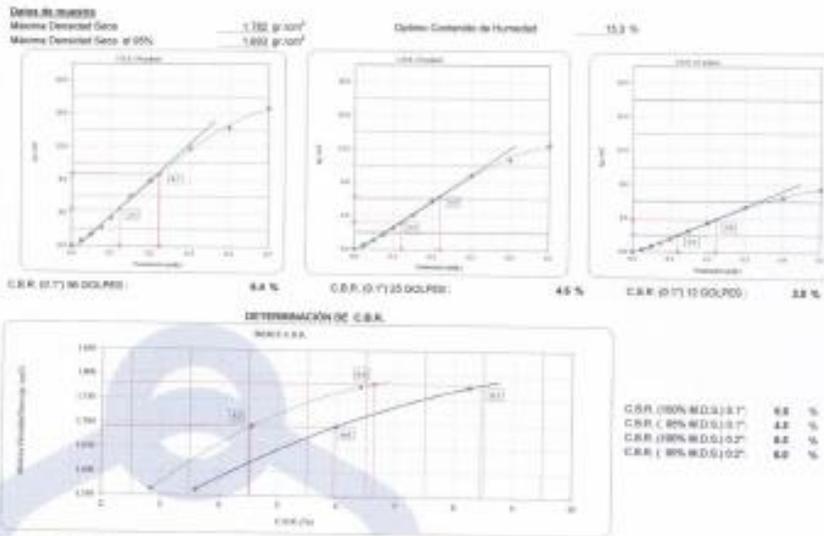
Penetración (cm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	B				A				D			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.025	15	15	0.8	10	2.5	6	0.5	6	0.5	6	0.5	6	0.5
0.050	30	30	1.4	21	1.1	14	0.7	14	0.7	14	0.7	14	0.7
0.075	45	45	2.3	34	1.7	21	1.1	21	1.1	21	1.1	21	1.1
0.100	70.267	89	2.4	4.8	6.4	51	2.3	4.8	6.4	51	2.3	4.8	6.4
0.150	105.400	122	4.0	40	4.1	69	2.5	6.9	6.9	69	2.5	6.9	6.9
0.200	140.533	159	7.9	6.7	6.2	119	6.7	6.9	6.9	70	3.9	3.9	3.8
0.300	210.800	234	11.8	119	8.9	179	8.9	159	8.5	159	8.5	159	8.5
0.400	281.067	289	14.2	219	10.7	219	10.7	159	8.5	159	8.5	159	8.5
0.500	351.333	350	16.1	252	12.3	252	12.3	159	8.5	159	8.5	159	8.5

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra prevenida e identificada por el solicitante.
- \* Promedia la representación puntual e total de este documento con la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>ABEL MARCELO PASQUEL</b> INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Bases y Pavimentos	Control de Calidad, JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-BIS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	29/1/2024
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D938 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	ROMULO FORTUNATO PNUCAF MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA.		
CALICATA	C-T	Fecha de ensayo :	21/09/2024
MUESTRA	80-T		
PROFUNDIDAD	1.50 m		



**OBSERVACIONES:**  
 1. Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 2. Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
<b>ABEL MARCELO PASQUEL</b> INGENIERO CIVIL - CEP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.		<b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

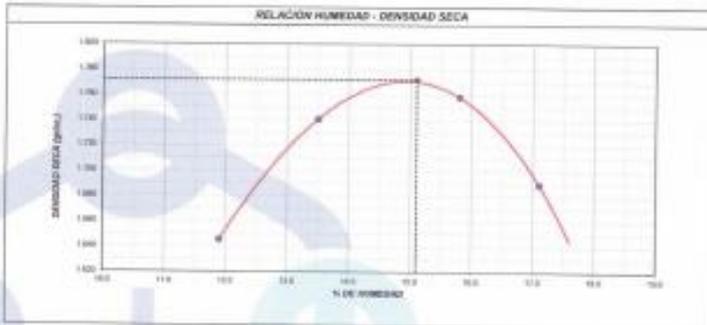
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	20/1/2024

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	Dato de laboratorio		
SOLICITANTE	RONALD FORTUATO PALCAZ ANDRINO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE ABRIBO Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUAMANSAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUAMANSAL - CARABAYILLO - LIMA		
CALCATA	C-1	Fecha de ensayo	21/05/2024
MUESTRA	M-7 (vial de densidad 1.28 + Cal 1.86)		
PROFUNDIDAD	7.00 m		

	Mostrador	1	2	3	4	5
Valor Máx. Mide	1182					
Peso Mueble	3171					
METODO	"A"					
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>						
Peso Suelo + Mueble	gr	5,000	5,346	4,914	5,001	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	2,029	2,177	2,344	2,180	
Peso Volumétrico Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1,841	1,979	2,036	1,970	
Proporción Mueble		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	964.9	912.3	855.7	897.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	504.7	491.4	482.6	494.5	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	46.1	40.9	33.1	32.6	
Peso del suelo seco	gr	505	491	483	492	
Contenido de agua	%	11.9	13.5	16.8	17.1	
Densidad Suelo	gr/cm <sup>3</sup>	1.848	1.741	1.756	1.989	

Densidad Máxima Seca:	1.773 g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptimo:	16.1 %
-----------------------	-------------------------	---------------------------	--------



**OBSERVACIONES:**  
 \* Siembra promedio e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
	ABEL MARCELO BASQUEL INGENIERO CIVIL - OIP N° 221456 J.C. GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suelos y Fundaciones</small>	CONTROL DE CALIDAD J.C. GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Gerente de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC  
SUELOS-CONCRETO-ASfalto

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecnia@laboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayillo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-NS-018
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	28/11/2024
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1583 / MTC # - 122			
REFERENCIA	Código de laboratorio		
SOLICITANTE	RONALDO FORTUNATO PALCAW MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y DAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA		
CALCATA	C-7	Fecha de ensayo:	20/10/2024
MOEDERA	SP 1 (carroz de banco 7.5% + Cal 1.5%)		
PROFUNDIDAD	1.50 m		

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Módulo M <sup>1</sup>	C		D		F								
	g	g <sub>s</sub>	g	g <sub>s</sub>	g	g <sub>s</sub>							
Número de golpes	55		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso seco (g)	11.835	11.835	17.772	17.772	11.670	11.670							
Peso húmedo (g)	7.488	7.488	7.488	7.488	7.888	7.888							
Peso agua equivalente (g)	4.447	4.447	4.278	4.278	4.000	4.000							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.181	2.181	2.213	2.213	2.188	2.188							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	3.427	3.427	3.383	3.383	3.599	3.599							
Humedad (%)	37.3	37.3	24.0	24.0	34.3	34.3							
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.173	2.173	2.188	2.188	2.180	2.180							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Carroz de banco (g)	413.9		413.9		413.9								
Carroz de agua (g)	380.2		380.2		380.2								
Peso de agua (g)	88.3		88.3		88.3								
Peso de seco (g)	380.2		380.2		380.2								
Humedad (%)	23.2		23.2		23.2								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Temperatura	Del	Expansión		Del	Expansión		Del	Expansión			
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%		
22/Nov	14:00 h	24	88	1.85	1.62	71	1.80	1.34	78	1.80	1.70		
23/Nov	17:00 h	48	78	1.32	1.00	83	2.11	1.85	86	2.44	2.09		
24/Nov	14:00 h	72	55	0.16	1.50	38	2.40	2.15	158	2.74	2.38		
25/Nov	14:00 h	96	88	2.61	2.44	120	2.82	2.28	117	2.87	2.88		
PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	C				D				F			
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup>	g <sub>3</sub> /cm <sup>2</sup>	CBR %	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup>	g <sub>3</sub> /cm <sup>2</sup>	CBR %	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup>	g <sub>3</sub> /cm <sup>2</sup>	CBR %
5.00		17	0.8			12	0.6			7	0.4		
8.00		25	1.2			28	1.4			12	0.8		
10.0		37	1.7			32	1.6			20	1.3		
15.0	78.847	87	4.4	5.5	6.7	71	3.9	4.7	5.8	46	2.2	2.7	3.4
20.0	128.466	107	7.8	11.5	14.2	116	5.9	8.8	10.9	71	3.5	5.1	6.3
30.0		218	10.9	11.5	18.2	184	9.1	8.8	8.8	89	4.4	5.1	6.3
40.0		381	17.8			221	11.1			124	6.0		
5.000		478	23.8			272	13.9			182	8.1		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Poniendo la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad

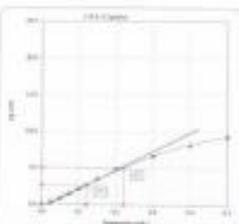
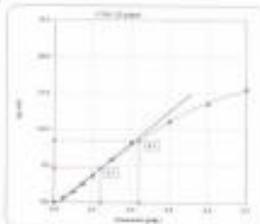
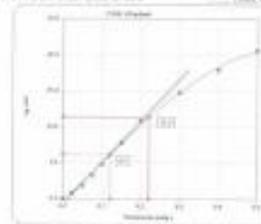
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Supervisor de Suelos y Pavimentos	Gerente de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	29/02/2024
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> <small>ASTM D1557 / MTC E - 132</small>			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: RONALD PORTUJARO PANGAR MORENO		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO VISUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASASTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	: AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA		
CAUCUTA	: D-F	Fecha de ensayo	: 29/02/2024
MUESTRA	: M-1 (ceniza de bambú 7.5% + Cal 1.5%)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

**DATOS BÁSICOS**

Máxima Densidad Teórica: 1.773 g/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Teórica al 95%: 1.681 g/cm<sup>3</sup>

Otros Contornos de Humedad: 18.1 %

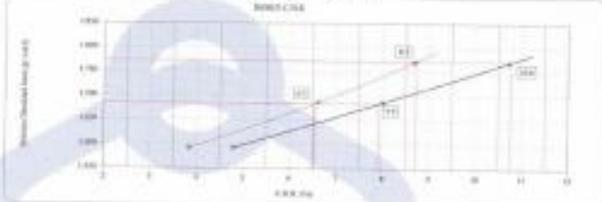


CBR (31) 50 GOLPES: 87 %

CBR (31) 25 GOLPES: 64 %

CBR (31) 10 GOLPES: 38 %

**DETERMINACIÓN DE CBR**



C.B.R. (100% M.O.S.) (0.1") 87 %  
 C.B.R. (95% M.O.S.) (0.1") 82 %  
 C.B.R. (100% M.O.S.) (0.2") 88 %  
 C.B.R. (95% M.O.S.) (0.2") 78 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <small>Chefe de Laboratorio</small>	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221459 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</small>	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	20/1/2024

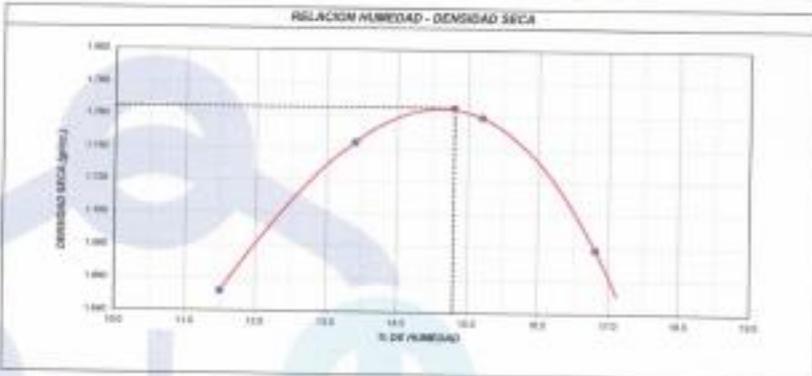
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	RODOLFO FORTUNA PO PALCAZAN BOREMO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUAMANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUAMANGAL - CARABAYLLO - LIMA		
CALCATA	C-1	Fecha de ensayo:	21/06/2024
MUESTRA	M-1 zona de banco 2.2% + Cal 2.2%		
PROFUNDIDAD	1.30 m		

Volumen Máx.	1102	cm <sup>3</sup>	MÉTODO	"A"
Peso Máx.	3771	gr		

MEMBRO DE ENSAYOS						
		1	2	3	4	5
Peso Guro + Mole	gr	5,901	5,900	6,004	5,932	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr	2,036	2,179	2,330	2,161	
Peso Volúmenes Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1,842	1,877	2,026	1,861	
Recipiente Humero		A	B	C	D	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr	396.8	355.4	423.8	423.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	358.8	314.5	348.1	362.2	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	40.0	40.1	63.1	60.9	
Peso del suelo seco	gr	398	314	350	362	
Contenido de agua	%	11.5	13.4	15.2	16.8	
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.652	1.734	1.793	1.676	

Densidad Mínima Seca:	1.738	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptimo:	14.8	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---



**OBSERVACIONES:**  
 • Siembra provista e identificada por el solicitante.  
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	ABEL MARCELO PASBUEL INGENIERO CIVIL / CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Supervisor de Suelos y Pruebas	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecnia laboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayllo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-010
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	26/03/2024
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D188 / MTC E - 102			
REFERENCIA	Cuenta de laboratorio		
SOLICITANTE	RONALD PORTUJARO PAUCAY MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO LÍMITE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CERENAS DE BAMBU Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA 2024		
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA		
CALCATA	C-1	Fecha de ensayo:	25/03/2024
MEZCLA	M-1 (mezcla de arena) 2.0% + Cal 2.0%		
PROFUNDIDAD	1.30 m		

CÁLCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Modo 1*	H		I		S	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso seco + molde (g)	12371	11889	11889	11387	11387	11387
Peso molde (g)	1885	1885	1885	1885	1885	1885
Peso suelo compactado (g)	4412	4289	4289	4289	4289	4289
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2194	2222	2222	2194	2194	2194
Densidad (tonelada gr./cm <sup>3</sup> )	2.011	1.928	1.928	1.978	1.978	1.978
Humedad (%)	14.2	14.8	14.8	14.5	14.5	14.5
Densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.750	1.675	1.675	1.686	1.686	1.686

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Terminado molde (g)	412.5	431.8	431.8	396.2	396.2	396.2
Terminado seco (g)	361.2	429.2	429.2	357.3	357.3	357.3
Peso de agua (g)	51.3	102.6	102.6	38.9	38.9	38.9
Peso de arena (g)	361.2	429.2	429.2	357.3	357.3	357.3
Humedad (%)	14.2	24.1	24.1	10.9	10.9	10.9

EXPANSIÓN											
Fecha	Humedad	Temperatura	Día	Expansión		Día	Expansión		Día	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22 May	14.5%	24	61	1.80	1.37	69	1.88	1.41	74	1.88	1.41
23 May	14.5%	26	71	1.80	1.34	78	2.01	1.52	81	2.11	1.58
24 May	14.5%	25	52	2.08	1.75	60	2.24	1.91	101	2.57	2.28
25 May	14.5%	26	51	2.21	1.84	60	2.64	2.08	110	2.75	2.28

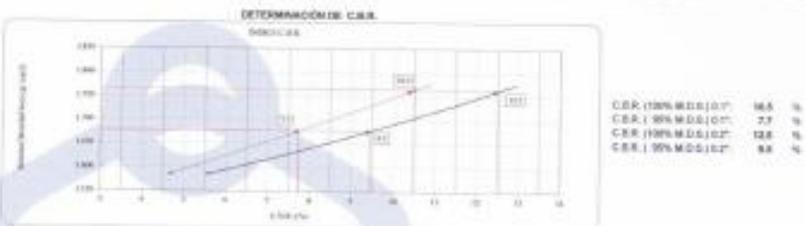
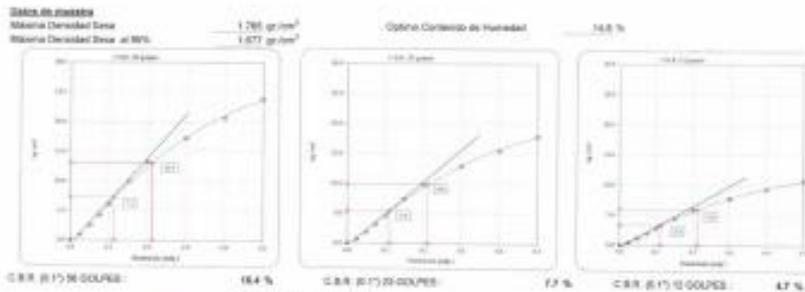
PENETRACIÓN													
Penetración	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga H				Carga I				Carga S			
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.200		19	0.9			14	0.7			9	0.4		
0.300		31	1.5			28	1.3			20	1.0		
0.475		69	3.3			65	3.2			58	2.8		
0.100	75.301	103	6.1	7.3	60.4	92	4.0	6.4	7.7	15	0.8	3.3	4.7
0.150		201	10.0			191	7.9			92	4.5		
0.200	105.460	298	12.2	12.1	12.4	290	8.8	8.8	8.8	120	5.8	8.8	8.8
0.300		348	17.2			291	12.9			98	7.8		
0.400		418	20.8			212	10.2			92	8.2		
0.500		450	22.5			190	17.9			218	10.7		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Firmada la reproducción parcial o total de este documento en la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 291458 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	26/12/24
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1557 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	RONALDO FORTUNATO PALICAR MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBO Y CAL PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, AVENIDA AJARANGAL - CARABAYILLO - LIMA 2024		
UBICACION	AVENIDA AJARANGAL - CARABAYILLO - LIMA		
CALICATA	C-1	Fecha de ensayo:	25/09/2024
MUESTRA	M-1 (mezcla de banco 3.9% + Ca/2.9%)		
PROFUNDIDAD	± 30 cm		



**OBSERVACIONES:**

1. Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 2. Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 AREL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS CONCRETOS ASFALTOS

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecnia laboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayillo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>	Código	FOR-LAB-005-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	2010034

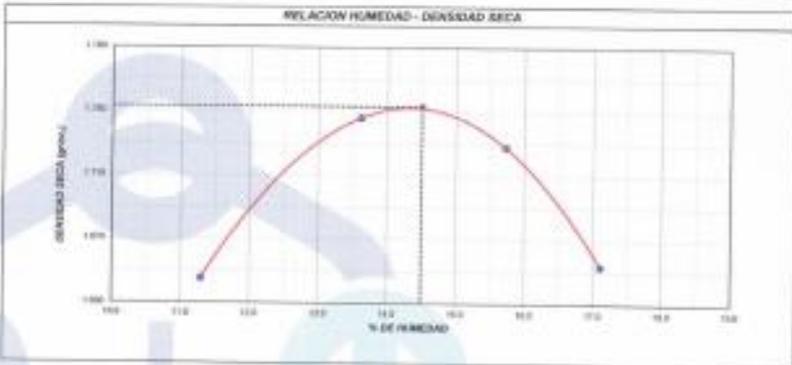
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1557 / MTC E - 119

REFERENCIA	Corte de laboratorio		
SOLICITANTE	RONALD FORTINATO PAUCAR MORENO		
PROYECTO	COMPORTAMIENTO YAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2009		
UBICACIÓN	AVENIDA HUARANGAL - CARABAYILLO - LIMA		
CLASIFICACIÓN	C-7	Fecha de ensayo:	20100304
MUESTRA	M 1 (Corte de 10cm x 10cm x 10cm)		
PROFUNDIDAD	0.00 m		

Volúmen Muestra	1102	cm <sup>3</sup>	MÉTODO : "W"
Peso Muestra	3771	gr	

NÚMERO DE ENSAYOS					
	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr 5,789	5,557	5,275	5,085	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr 3,018	2,195	2,204	2,134	
Peso Volumétrico Humedo	gr/cm <sup>3</sup> 1,031	1,664	2,004	1,595	
Temperatura Humeda	A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Taza	gr 514.3	498.4	580.1	585.5	
Peso Suelo Seco + Taza	gr 482.1	506.3	588.2	595.5	
Peso de la Taza	gr				
Peso del agua	gr 32.3	88.1	70.9	88.7	
Peso del suelo seco	gr 450	300	409	307	
Contenido de agua	% 11.3	13.0	15.7	17.1	
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup> 1,840	1,740	1,725	1,664	

Densidad Máxima Seca:	1.707	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptimo:	14.9	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

 Elaborado por:  ABEL MARCELO PASERI INGENIERO CIVIL, CP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Revisado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
---	--	--



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecnia@laboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabaylo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-001-018
		Revisado	2
		Aprobado	CC
		Fecha	20/1/2024

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1583 / MTC E - 131

REFERENCIA	: Datos de proyecto		
SOLICITANTE	: RONALD FORTUNATO PALACIA BOGANO		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CORDONES DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA 2024		
UBICACIÓN	: AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA		
CALCATA	: 0-1	Fecha de ensayo	: 20/01/2024
MUESTRA	: M 1 (zona de banco 4% + Cal 4%)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Modelo (1)	2		3		4	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	30		25		13	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso medio - molde (gr.)	11,884		15,781		11,520	
Peso molde (gr.)	7,821		7,800		7,882	
Peso suelo compactado (gr.)	4,363		4,178		3,287	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,194		2,204		2,204	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	1,989		1,898		1,490	
Humedad (%)	10.2		14.2		14.8	
Densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,788		1,600		1,272	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tartrato húmedo (gr.)	375.1		382.6		380.8	
Tartrato seco (gr.)	333.3		334.8		345.8	
Peso de agua (gr.)	41.8		47.8		35.0	
Peso de seco (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	228.3		234.8		240.0	
Densidad (%)	13.8		14.2		14.2	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Ø (mm)	Expansión		Ø (mm)	Expansión		Ø (mm)	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22-May	18:00	24	80	1.82	1.30	83	1.80	1.27	77	1.85	1.54
22-May	18:00	48	88	1.73	1.45	78	1.35	1.00	88	2.24	1.91
24-May	18:00	72	75	1.91	1.80	65	2.18	1.00	94	3.35	3.02
25-May	18:00	96	80	2.25	3.84	62	3.34	5.00	60	2.62	3.84

PENETRACIÓN													
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga a				Carga b				Carga c			
		Carga		Comensal		Carga		Comensal		Carga		Comensal	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025	7	0.4				8	0.3			2	0.2		
0.050	14	0.8				15	0.6			4	0.4		
0.075	21	1.2				20	0.9			6	0.6		
0.100	28	1.6				27	1.2			8	0.8		
0.150	42	2.4	4.8	8.2	70	3.0	4.8	8.2	80	2.5	2.8	3.8	
0.200	56	3.2			74	3.7			74	3.7			
0.250	70	4.0	11.8	11.8	100	4.4	6.4	6.4	101	5.0	6.8	6.8	
0.300	84	4.8			118	5.2			121	6.0			
0.400	112	6.4			142	7.0			152	7.5			
0.500	140	8.0			170	8.8			180	8.1			

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra previsa o clasificada por el solicitante.
- \* Toda vez la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221458 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</p>	<p>CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</p>
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Gerente de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 997 946 756  
jcgeotecniaLaboratorio@gmail.com  
informes@jc-geotecnia.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayillo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC
		Fecha	28/10/2024
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: RONALD FORTUNATO PALCAR MORENO		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA AJARANGAL - CARABAYILLO - LIMA, 2024		
UBICACIÓN	: AVENIDA AJARANGAL - CARABAYILLO - LIMA		
CALEFATA	: D-1		
MUESTRA	: M-1 (centro de carril 4% - Cal 4%)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		
		Fecha de ensayo	: 28/10/2024

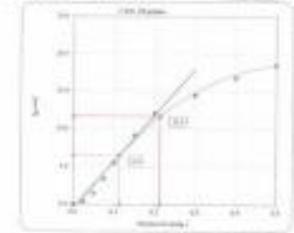
**Datos de muestra**

Módulo de Elasticidad  
Módulo de Elasticidad Seca a 98%

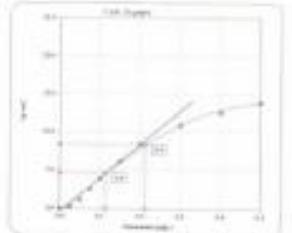
1.793 gr/cm<sup>3</sup>  
1.985 gr/cm<sup>3</sup>

Óctavo Contenido de Humedad

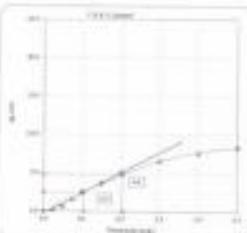
14.5 %



CBR (1) 5 GOLPES: 8.2 %

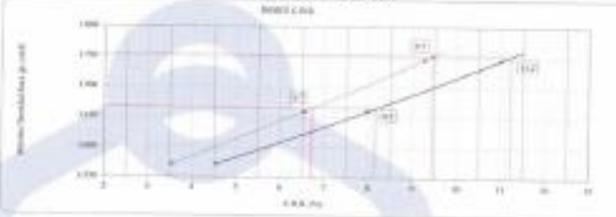


CBR (1) 10 GOLPES: 6.8 %



CBR (1) 15 GOLPES: 5.8 %

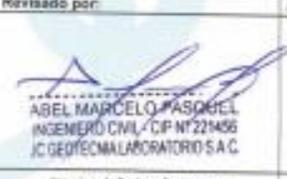
**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



CBR (100% M.O.S) (1): 8.2 %  
CBR (98% M.O.S) (1): 6.7 %  
CBR (100% M.O.S) (2): 11.2 %  
CBR (98% M.O.S) (2): 8.2 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jhon de la Cruz Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL / CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Sucesos y Procesos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

Anexo 4: Análisis de composición química por espectrometría de fluorescencia de rayos X



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO LABICER  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



**INFORME DE ENSAYO N° 0509 - 24 - LABICER**

1. **DATOS DEL CLIENTE**
  - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : RONALD FORTUNATO PAUCAR MORENO
  - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 72613403
  - 1.3. DIRECCIÓN : -
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 14 / 05 / 2024
  - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 15 / 05 / 2024
  - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 30 / 05 / 2024
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. **DATOS DE LA MUESTRA**
  - 4.1. TIPO DE MUESTRA : CENIZA
  - 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA TESIS: : 01 MUESTRA DE CENIZAS DE BAMBÚ "COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANDA - CARABAYLLO - LIMA, 2024"
  - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE BOLSA DE PLÁSTICO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5 °C; Humedad relativa: 65 %

7. **RESULTADOS**  
7.1. **RESIDUO DE CALCINACIÓN A 445 °C**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE REFERENCIA (1)
Calcinación a 445 °C	60.485	%	Mufa

(1) Método de ensayo de referencia utilizada aceptado por el cliente.

7.2. **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE REFERENCIA (1)
Potasio, K	63.506	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (2)
Silicio, Si	21.344	%	
Fósforo, P	5.891	%	
Magnesio, Mg	4.005	%	
Calcio, Ca	2.077	%	
Azufre, S	2.064	%	
Hierro, Fe	0.577	%	
Rubidio, Rb	0.147	%	
Zinc, Zn	0.058	%	
Bromo, Br	0.032	%	

(1) Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

(2) Balanceo de resultados del análisis elemental (del todo al unidad) por espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva en atmósfera de vacío. Equip. Espectrometría de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (SHIMADZU) EDX-6000G.

(3) El análisis se realizó al residuo de calcinación a 445 °C.

## 7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	50.739	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2,3)</sup>
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	29.956	%	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8.897	%	
Óxido de magnesio, MgO	4.377	%	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	3.397	%	
Óxido de calcio, CaO	1.915	%	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.544	%	
Óxido de rubidio, Rb <sub>2</sub> O	0.106	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.048	%	
Bromo, Br	0.021	%	

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-600HS.

<sup>(3)</sup> Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

## 8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.

  
 Fabio Jurado  
 Analista  
 LABICER – UNI



Firmado digitalmente por:  
 MACAMEJALY MARILU FIR  
 10580227 han  
 Motivo: Dey Vº 8º  
 Fecha: 2024/03/24 14:31:12-0500  
 M.Sc. Ily Marilú Maiza Mejía  
 Jefa de Laboratorio  
 COP 1149

### NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestra(s) ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos 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.
- Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de cenizas de bambú



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS).



## Anexo 5: Certificados de calibración



# GEOTOM S.A.

SERVICIO TECNICO – VENTAS Y ALQUILER – GEODESIA –  
TOPOGRAFIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION 0043-23

Lima 31 de enero de 2024

<b>Cliente:</b>	WILBER DEMETRIO CCOYLO HUIINCHO
<b>Instrumento:</b>	ESTACION TOTAL LEICA
<b>Modelo:</b>	TS06 PLUS 1"
<b>Número de serie:</b>	1410302
<b>Próxima Calibración:</b>	31-07- 2024

#### MÉTODOS Y TRAZABILIDAD APLICADA DE LOS PATRONES

El control y calibración de ángulos se constatan con un nivel Colimador KERN GK-23 – FB1090A con Telescopio 30X cuyo retículo enfocado al infinito el grosor de sus trazos está dentro de 01”.

Verificado periódicamente con Teodolito KERN DKM-2° con precisión de 01” lectura directa e inversa y Teodolito WILD MOD. T-2 con precisión de 01” lectura directa e inversa

#### TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El control de distancia y calibrar el constante promedio en distancias, se hacen las mediciones en una base establecida con un DISTO LEICA MODELO D330 SERIE 803540387 CALIBRADO POR TEST Y CONTROL CON CERTIFICADO DE CALIBRACION TC -21130-2023 SIENDO ESTE UN LABORATORIO ACREDITADO POR INACAL.

El control de ángulos se realiza en base fijada a la pared fuera de vibraciones e influencias del clima con los retículos enfocados al infinito

Las distancias son verificadas con ESTACION TOTAL con base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode con bastón centrador en cada punto de control establecido. - Teniendo en cuenta la temperatura y la presión atmosférica

NORMAS: Desviación estándar ISO 9001/JISQ-9001/2000

PROCEDENCIA: JAPON-SOKKIA-CORPORATION

GEOTOM S.A.  
Calle Pallas Coronado  
Trujillo centro de calidad  
y Servicio

Av.28 de julio 363-202-2° piso-Lima cercado Telf.: 940412472

[www.geotom.com.pe](http://www.geotom.com.pe)

[info@geotom.com.pe](mailto:info@geotom.com.pe) [serviciotecnico@geotom.com.pe](mailto:serviciotecnico@geotom.com.pe)



# GEOTOM S.A.

SERVICIO TECNICO – VENTAS Y ALQUILER – GEODESIA – TOPOGRAFIA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION 0043-23**

Lima 31 de enero del 2024

PRUEBA PRECISION ANGULO HORIZONTAL					
TARGETS		A1	A 2	A 3	0A 4
DATOS	CARA 1	00°00'00"	276°33'50"	315°12'40"	00°00'00"
	CARA 2	180°00'00"	96°33'50"	135°12'40"	180°00'00"
	ERROR	0	0	0	0
PRECISION INSTRUMENTO		1"		ERRORAVER:	0
PRUEBA PRECISION ANGULO VERTICAL					
TARGETS		A 1		A 2	
DATOS	CARA 1	90°00'15"		120°55'30"	
	CARA 2	269°59'45"		239°04'30"	
	REDUCIDO	360°00'00"		360°00'00"	
PRECISION INSTRUMENTO		1"		ERRORAVER:	0
PRUEBA PRECISION EDM					
TEMPERATURA:	15° C	PRECISION:	250mmHg	FACTOR CORRECCION:	0ppm
CORTA DISTANCIA					
	11.388	11.389	11.388	11.389	11.388
	AVR.	11.389	DIST VERDADERA	11.388	+ERROR 1mm
LARGA DISTANCIA					
	335.617	335.617	335.617	335.617	335.617
	AVR.	335.617	DIST VERDADERA	335.618	+ERROR 1mm
ERROR CORTA DISTANCIA		1mm	DESVIACION ESTÁNDAR		-/- (2+2ppm X D)mm
ERROR LARGA DISTANCIA		1mm			
POSICION LED	POSICION DIODO RECEPTOR		PRUEBA POSICION DIODO		
			ARRIBA 5'00"		
			3'45"		
			IZQ. DERECHA		
			ABAJO 5'00"		
PLOMADA LASER	OK		VERSION SOFT.	6	
NIVEL ELECTRONICO	X= 00	Y= 01	LENGUAJE	ESPAÑOL	
TECNICO: DARVIN VERGARA					
COMENTARIOS! EQUIPO	100% OPERATIVO				



Av.28 de julio 363-202-2°piso-Lima cercado Telf.: 940412472

[www.geotom.com.pe](http://www.geotom.com.pe)

[info@geotom.com.pe](mailto:info@geotom.com.pe) - [serviciotecnico@geotom.com.pe](mailto:serviciotecnico@geotom.com.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 21130 - 2023**

PROFORMA : 25339A

Fecha de emisión : 2023 - 10 - 16

Página : 1 de 2

SOLICITANTE: GEOTOM S.A.

Dirección : Av. 28 De Julio Nro. 363 Int. 203 Cercado De Lima Lima - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** DISTANCIÓMETRO LASER

Marca : LEICA  
Modelo : DISTO D330  
N° de Serie : 803540387  
Intervalo de Indicación : 0 m a 100 m  
Resolución : 1mm  
Procedencia : Austria  
Identificación : No indica  
Fecha de Calibración : 2023 - 10 - 16

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**

Laboratorio de TEST & CONTROL 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 con nuestro regla patrón tomando como referencia el procedimiento PIC-TC-21 "Procedimiento interno para calibración de flexómetros". Primera Edición - Marzo 2017. TEST & CONTROL S.A.C.

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 AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	46,0 %	48,5 %

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: 8316





# GEOTOM S.A.

SERVICIO TECNICO – VENTAS Y ALQUILER – GEODESIA –  
TOPOGRAFIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION 0211-24

Lima, 13 de mayo de 2024

<b>Cliente:</b>	TOPOGRAFIA & CONSTRUCCION FHESAC
<b>Instrumento:</b>	ESTACION TOTAL LEICA
<b>Modelo:</b>	TS 06 PLUS 5"
<b>Número de serie:</b>	1382633
<b>Próxima Calibración:</b>	13-11-2024

### MÉTODOS Y TRAZABILIDAD APLICADA DE LOS PATRONES

El control y calibración de ángulos se constatan con un nivel Colimador KERN GK-23 – FB1090A con Telescopio 30X cuyo retículo enfocado al infinito el grosor de sus trazos está dentro de 01”.

Verificado periódicamente con Teodolito KERN DKM-2<sup>a</sup> con precisión de 01” lectura directa e inversa y Teodolito WILD MOD. T-2 con precisión de 01” lectura directa e inversa

### TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El control de distancia y calibrar el constante promedio en distancias, se hacen las mediciones en una base establecida con un DISTO LEICA MODELO D330 SERIE 803540387 CALIBRADO POR TEST Y CONTROL CON CERTIFICADO DE CALIBRACION TC -21130-2023 SIENDO ESTE UN LABORATORIO ACREDITADO POR INACAL.

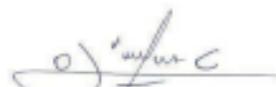
El control de ángulos se realiza en base fijada a la pared fuera de vibraciones e influencias del clima con los retículos enfocados al infinito

Las distancias son verificadas con ESTACION TOTAL con base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode con bastón centrador en cada punto de control establecido. - Teniendo en cuenta la temperatura y la presión atmosférica

NORMAS: Desviación estándar ISO 9001/JISQ-9001/2000

PROCEDENCIA: JAPON-SOKKIA-CORPORATION

  
GEOTOM S.A.  
Darwin Maza Vargas Ochoa  
Gerente General  
Dpto. Topografía

  
GEOTOM S.A.  
Oscar Farián Carrasco  
Técnico senior de calidad  
y Servicio



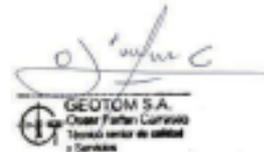
# GEOTOM S.A.

SERVICIO TECNICO - VENTAS Y ALQUILER - GEODESIA - TOPOGRAFIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION 0211-24

Lima, 13 de mayo de 2024

PRUEBA PRECISION ANGULO HORIZONTAL					
TARGETS		A1	A 2	A 3	DA 4
DATOS	CARA 1	00°00'00"	276°33'50"	315°12'40"	00°00'00"
	CARA 2	180°00'00"	96°33'50"	135°12'40"	180°00'00"
	ERROR	0	0	0	0
PRECISION INSTRUMENTO		5"		ERROR A VERL:	0
PRUEBA PRECISION ANGULO VERTICAL					
TARGETS		A 1		A 2	
DATOS	CARA 1	90°00'15"		120°55'30"	
	CARA 2	269°59'45"		239°04'30"	
	REDUCIDO	360°00'00"		360°00'00"	
	ERROR	0		0	
PRECISION INSTRUMENTO		5"		ERROR A VERL:	0
PRUEBA PRECISION EDM					
TEMPERATURA:	25° C	PRESION:	750mmHg	FACTOR CORRECCION:	0ppm
CORTA DISTANCIA					
11.388	11.389	11.388	11.389	11.389	11.388
	A VER.	11.389	DIST VERDADERA	11.388	+ERROR 1mm
LARGA DISTANCIA					
335.617	335.617	335.617	335.618	335.617	335.617
	A VER.	335.617	DIST VERDADERA	335.618	+ERROR 1mm
ERROR CORTA DISTANCIA		1mm	DESVIACION ESTÁNDAR		+/- (3+2ppmX0) mm
ERROR LARGA DISTANCIA		1mm			
POSICION LED	POSICION DIODO RECEPTOR		PRUEBA POSICION DIODO		
			ARRIBA	5'00"	
			3'45"		3'30"
			IZQ.		DERECHA
			ABAJO	5'00"	
PLOMADA LASER	OK		VERSION SOFT.	6	
NIVEL ELECTRONICO	X= 00	Y= 01	LENGUAJE	ESPAÑOL	
TECNICO: DARVIN VERGARA					
COMENTARIOS:	EQUIPO 100% OPERATIVO				



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 21130 - 2023**

PROFORMA : 25339A

Fecha de emisión : 2023 - 10 - 16

Página : 1 de 2

SOLICITANTE: GEOTOM S.A.

Dirección : Av. 28 De Julio Nro. 363 Int. 203 Cercado De Lima Lima - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** DISTANCIÓMETRO LASER

Marca : LEICA  
Modelo : DISTO D330  
N° de Serie : 803540387  
Intervalo de Indicación : 0 m a 100 m  
Resolución : 1mm  
Procedencia : Austria  
Identificación : No indica  
Fecha de Calibración : 2023 - 10 - 16

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**

Laboratorio de TEST & CONTROL 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 con nuestro regla patrón tomando como referencia el procedimiento PIC-TC-21 "Procedimiento interno para calibración de flexómetros". Primera Edición - Marzo 2017. TEST & CONTROL S.A.C.

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 AMBIENTALES**

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.

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	46,0 %	48,5 %

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 - 14500 - 2023

Proforma : 13360A Fecha de Emisión : 2023-08-20

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Equipo : Horno  
Marca : FORMA SCIENTIFIC  
Modelo : No indica  
Número de Serie : 32855-158  
Identificación : No indica  
Procedencia : EE.UU.  
Circulación del aire : Turbulencia  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2023-08-12

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.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	0 °C a 800 °C	1 °C
Selectores	Digital	0 °C a 250 °C	1 °C

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 TEST & CONTROL S.A.C.

### Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18.9 °C	69 %hr	221 V
Final	19.4 °C	68 %hr	220 V

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



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

## TEST & CONTROL S.A.C.

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Av. Simon Bolivar N° 1619, distrito de Pueblo Libre, provincia de Lima y departamento Lima.

Con base en la norma

#### NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 10 de febrero de 2024\*

Fecha de Vencimiento: 21 de setiembre de 2027

Firmado por:  
AGUILAR RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU 20600283015  
sof.  
Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Fecha: 2024-03-12 16:27:58

**PATRICIA AGUILAR RODRIGUEZ**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 12 de marzo de 2024



Cédula N° : 043-2024-INACAL/DA  
Contrato : Adenda N°03 del Contrato N°004-16/INACAL/DA  
Registro N° : LC - 016

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe conformarse en la página web [www.inacal.gob.pe/da/acreditacion/categoria/acreditados/](http://www.inacal.gob.pe/da/acreditacion/categoria/acreditados/) y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-03M Ver: 03

\*A partir de esta fecha inicia las operaciones de esta nueva sede, en el marco de la acreditación.

**Certificado de Calibración****TC - 24635 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-11-21 Página : 1 de 2

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO**Instrumento de medición** : PRENSA CBR  
Marca : METROTEST  
Modelo : H3-C3-SI-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 : 2023-11-20

TEST &amp; 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 &amp; 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 JC GEOTECNIA LABORATORIO 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 &amp; 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 - 24631 - 2023

PROFORMA : 25580A

Fecha de emisión: 2023-11-21

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

DIRECCIÓN : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - 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 : 2023-11-20

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 JC GEOTECNIA LABORATORIO 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  
CPF: 0316

## Certificado de Calibración

TC - 24631 - 2023

PROFORMA : 25560A Fecha de emisión: 2023-11-21 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
DIRECCIÓN : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - 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 : 2023-11-20

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 JC GEOTECNIA LABORATORIO 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  
CFF: 8216

## Certificado de Calibración

**TC - 24539 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión : 2023-11-21

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - 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 : 2023-11-20

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 JC GEOTECNIA LABORATORIO 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  
CEN. 0000

## Certificado de Calibración

**TC - 24537 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión : 2023-11-21

Solicitante : **JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.**  
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO

**Instrumento de medición** : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8335140174  
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 : 4 °C  
Fecha de Calibración : 2023-11-20

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 JC GEOTECNIA LABORATORIO 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.

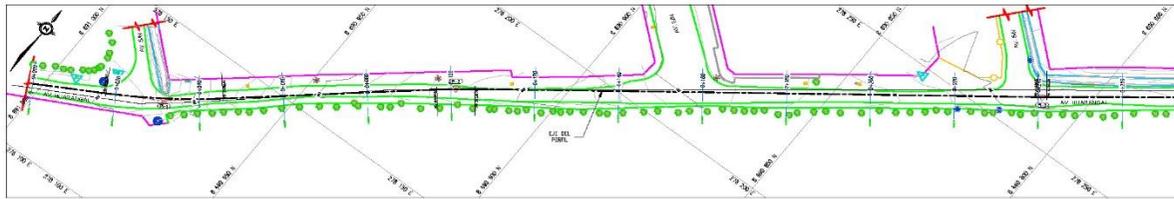
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico

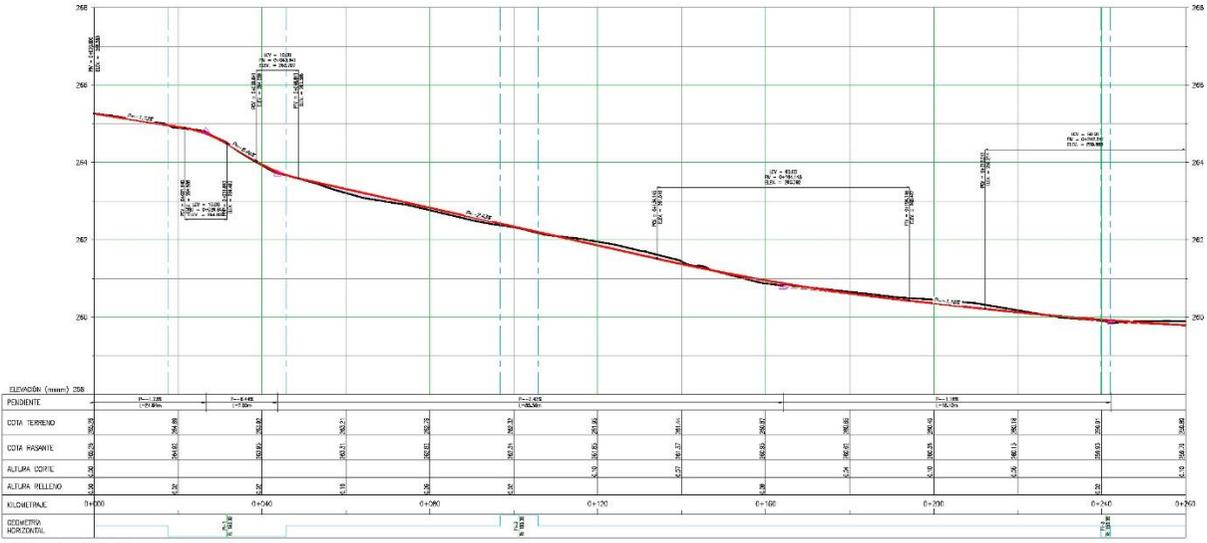
## Anexo 5: Estudio de tráfico





PLANTA  
ESCALA: 1/500

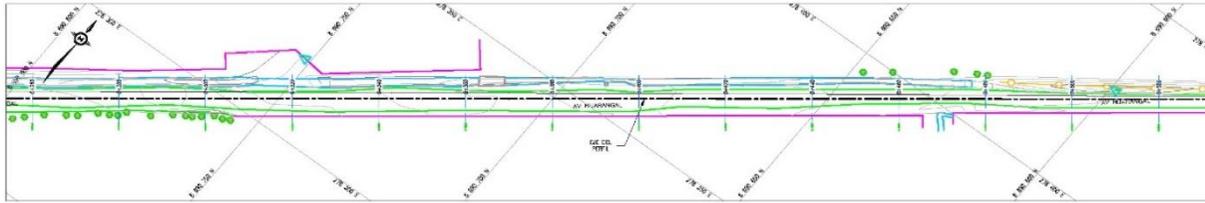
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS										
IT	PC	PT	PI	PC	TANGENTE	EXTERNA	L.C.	FLUJO	CUERDA	PC
P-1	12411.81	12411.81	11.022	0.855	27.883	0.253	21.913	0.0171835	0.031667	31245.813
P-2	2749.27	2749.27	4.251	0.203	9.140	0.272	9.138	0.086637	0.131208	31120.777
P-3	2749.27	2749.27	1.114	0.203	2.378	0.274	2.376	0.058287	0.081041	31120.777
P-4	2749.27	2749.27	0.708	0.203	0.917	0.273	0.917	0.048288	0.068143	31120.777
P-5	2749.27	2749.27	0.550	0.203	0.697	0.269	0.697	0.046434	0.067183	31120.777
P-6	12411.81	12411.81	0.119	0.243	4.537	0.213	4.537	0.0178178	0.031667	31245.813



PERFIL LONGITUDINAL  
ESCALA: 1/500, V. 1/50

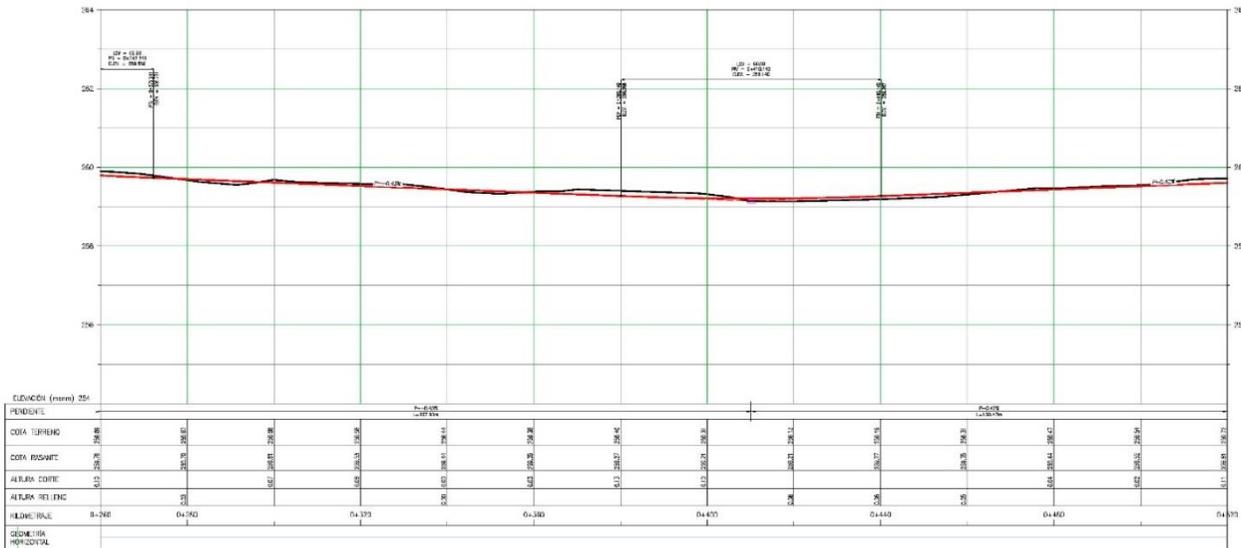
TABLA DE PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO				
NUMERO	DESCRIPCION	COTA	NORTE	ESTE
1	E-1	265.446	8690987.601	278130.688
2	E-4	282.225	8690835.912	278247.909
2	E-5	251.208	8690751.425	278318.324
2	E-6	260.375	8690598.801	278427.785
2	E-7	260.648	8690468.458	278530.499
2	E-8	263.261	8690321.018	278644.765
2	E-9	254.720	8690186.623	278740.469

<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	UBICACION DEL PROYECTO DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA: LIMA DISTRITO: SAN JUAN DE LIMA MUNICIPIO: SAN JUAN DE LIMA	NOMBRE DEL PROYECTO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBU Y CAL PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARIANGAL - CAJAMAYLLA - LIMA 2024.	FECHA DE ELABORACION DEL DISEÑO: MAYO 2023



PLANTA  
ESC: 1/500

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS										
DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE
PI	PC	PT	PI	PC	PT	PI	PC	PT	PI	PC
P-1	12747.97	12800	12850	12900	12950	13000	13050	13100	13150	13200
P-2	13200	13250	13300	13350	13400	13450	13500	13550	13600	13650
P-3	13650	13700	13750	13800	13850	13900	13950	14000	14050	14100
P-4	14100	14150	14200	14250	14300	14350	14400	14450	14500	14550
P-5	14550	14600	14650	14700	14750	14800	14850	14900	14950	15000
P-6	15000	15050	15100	15150	15200	15250	15300	15350	15400	15450



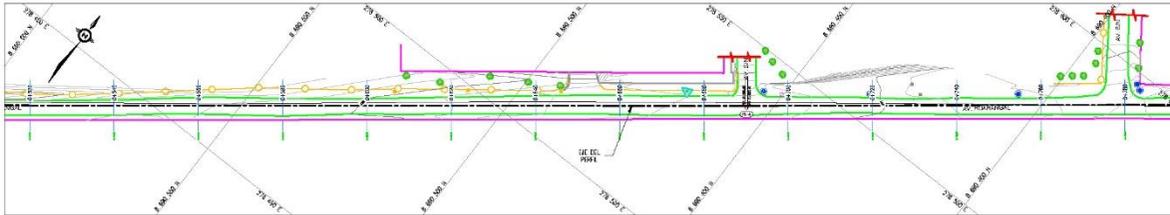
PERFIL LONGITUDINAL  
ESC: H: 1/500; V: 1/50

TABLA DE PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO				
NUMERO	DESCRIPCION	COTA	NORTE	ESTE
1	E-1	265.446	8690987.601	278130.688
2	E-4	262.225	8690635.912	278247.909
3	E-5	261.208	8690751.425	278319.324
2	E-6	260.375	8690598.801	278427.769
2	E-7	260.648	8690488.458	278530.499
2	E-8	263.261	8690321.018	278644.785
2	E-9	264.736	8690196.623	278740.469

LEYENDA - ST	
	ALC. DE TORNO ACTUAL
	ALC. DE BARRIO
	ALC. DE CORRE
	ALC. DE RELLENO

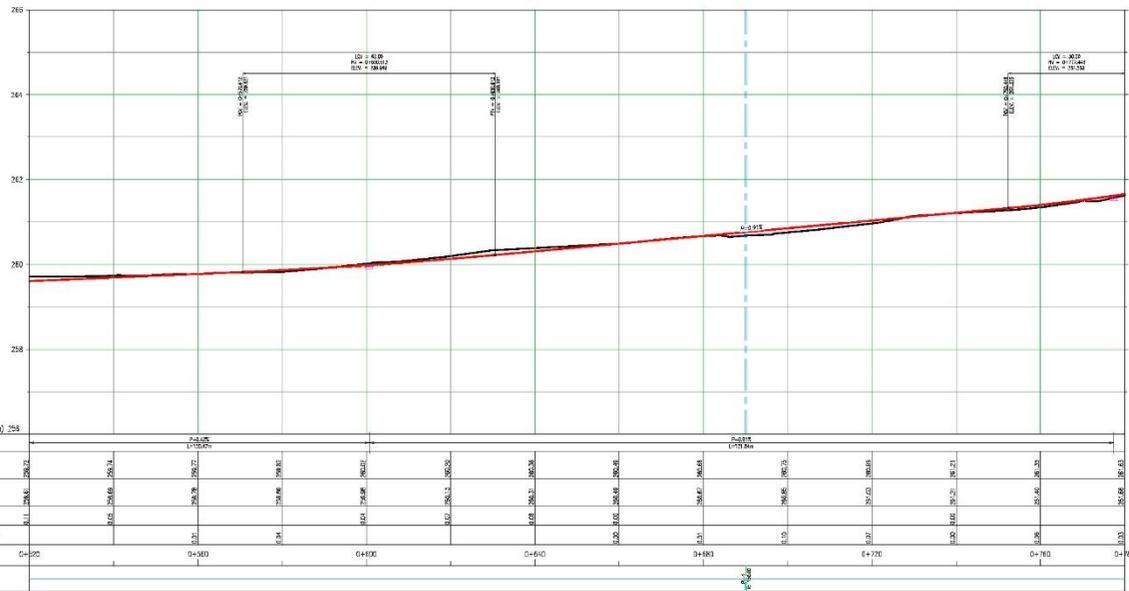
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POSTE DE LUZ
	POSTE TELEFONO
	CAJETA
	CERCO VIVO
	POSTE DE MEDIA TENSION
	BUSION ELECTRICO
	PUNTOS DE CONTROL
	VALVULA
	MEDIDOR DE ENERGIA

<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	UBICACIÓN DEL PROYECTO: DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA: LIMA DISTRITO: GARAYBILLO SECTOR: LA BARRERA ALCALDIA: GARAYBILLO DISTRITO: GARAYBILLO	NUMERO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	TÍTULO DEL PROYECTO: <b>COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BARRIO Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUARANGAL - GARAYBILLO - LIMA, 2024.</b>	FECHA DEL PROYECTO: 10/05/2024



PLANTA  
ESC. 1/500

Nº PI	DELLA	RADIO	TANGENTE	EXTERNA	L.C.	FLUCHA	CUERDA	P.C.	P.L.	P.T.	ESTE (S)	NORTE (N)
PI-1	274°17'	150.00	14.302	0.633	27.983	0.800	27.983	61471.630	61482.282	61495.487	278130.688	8690987.601
PI-2	270°30'	150.00	4.071	0.073	24.742	0.276	24.742	61485.627	61492.238	61495.777	278130.678	8690987.592
PI-3	270°30'	150.00	3.114	0.023	0.278	0.008	3.278	61492.622	61492.622	61492.622	278130.677	8690987.592
PI-4	271°31'	150.00	0.356	0.003	0.977	0.000	0.977	61493.899	61493.899	61495.406	278130.670	8690987.528
PI-5	270°10'	150.00	0.900	0.007	1.099	0.001	1.099	61495.434	61495.434	61497.033	278130.622	8690987.518
PI-6	270°30'	150.00	2.110	0.119	4.337	0.015	4.337	61497.079	61498.467	61502.616	278130.626	8690987.021



	NEL. DE TERRENO ACTUAL
	NEL. DE EXISTENTE
	AREA DE CORRE
	AREA DE RELLENO

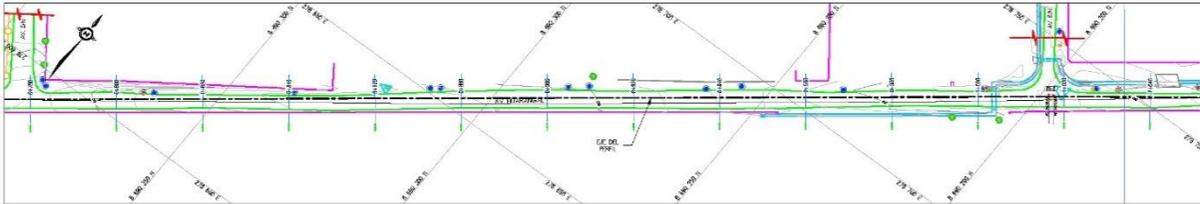
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POSTE DE LUZ
	POSTE TELEFONO
	CALICATA
	CERCO VIVO
	POSTE DE MEDIA TENSION
	BUZON ELECTRICO
	PUNTOS DE CONTROL
	VALVULA
	MEDIDOR DE ENERGIA

ELEVACION (metros) 258	PUNTO										PUNTO									
PROYECTO	CORTADA										CORTADA									
COTA TERRENO	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2
COTA EXISTENTE	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2	258.2
ALFURA CORTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALFURA RELLENO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KILOMETRAJE	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900
GEOMETRIA HORIZONTAL																				

PERFIL LONGITUDINAL  
ESC. H: 1/300, V: 1/50

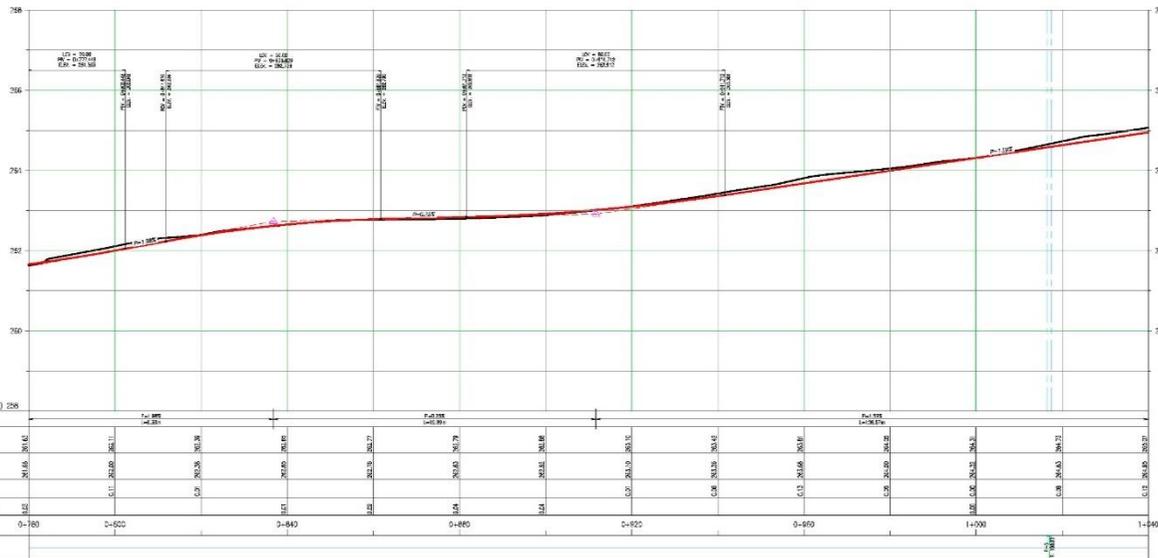
NUMERO	DESCRIPCION	COTA	NORTE	ESTE
1	E-1	265.446	8690987.601	278130.688
2	E-4	262.225	8680635.912	278247.909
2	E-5	261.208	8680751.425	278319.374
2	E-6	260.375	8690598.801	278427.765
2	E-7	260.648	8680468.458	278530.499
2	E-8	263.261	8680321.018	278644.765
2	E-9	264.726	8680196.623	278740.469

<p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>UBICACION DEL PROYECTO: DEPARTAMENTO: LIMA PROYECTO: CARABAYLLO SECTOR: EL MUELINO PARCELA: AV. HUANRANCA CANTON: S</p>	<p>NUMERO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO</p>	
	<p>COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUANRANCA - CARABAYLLO - LIMA, 2024.</p>	<p>ANEXO: LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES INGENIERIA CIVIL</p>	<p>ANEXO: RONALDO PALCAR MORENO INGENIERIA CIVIL</p>
	<p>FECHA DEL TITULO: TITULO DEL TITULO: COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUANRANCA - CARABAYLLO - LIMA, 2024.</p>	<p>FECHA DEL TITULO: TITULO DEL TITULO: COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUANRANCA - CARABAYLLO - LIMA, 2024.</p>	<p>FECHA DEL TITULO: TITULO DEL TITULO: COMPORTAMIENTO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ Y CAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, AVENIDA HUANRANCA - CARABAYLLO - LIMA, 2024.</p>



PLANTA  
ESD: 1/500

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS												
N.º	SEIJA	RADIO	TANGENTE	EXTENSA	L.C.	FECHA	CURVA	PC	PI	PT	ESTE (E)	NORTE (N)
PI-1	2°11'51"	150.00	14.822	0.850	27.863	0.802	27.942	0+317.855	0+331.907	0+345.917	278.31.863	869291.021
PI-2	2°12'52"	150.00	14.217	0.815	5.143	0.216	5.136	0+389.837	0+393.026	0+395.277	278.72.878	869291.015
PI-3	2°15'14"	150.00	11.14	0.504	3.258	0.024	3.226	0+438.822	0+442.046	0+445.266	278.93.841	869290.987
PI-4	2°15'11"	150.00	0.225	0.006	0.517	0.006	0.517	0+499.869	0+499.147	0+498.429	278.93.847	869290.208
PI-5	2°15'12"	150.00	0.593	0.257	1.361	0.001	1.359	1+074.24	1+074.958	1+075.633	278.77.852	869197.788
PI-6	1°17'07"	150.00	9.119	0.916	4.521	0.276	4.537	1+178.215	1+182.481	1+186.718	278.68.854	869198.021



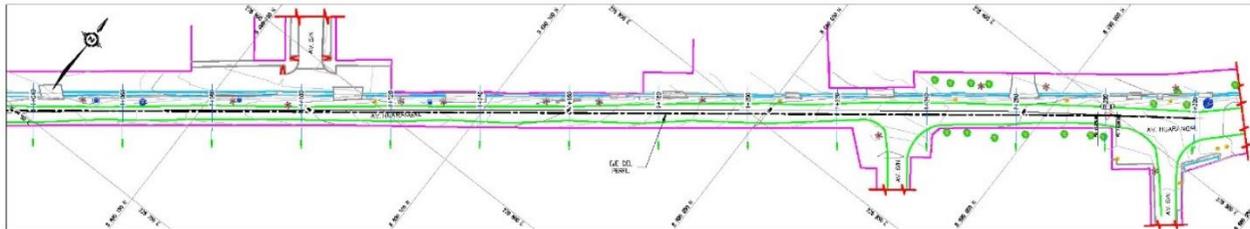
LEYENDA - ST	
	SEAL DE TERRENO ACTUAL
	SEAL DE PROYECTO
	AREA DE DIFER
	AREA DE VELLIDO

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POSTE DE LUZ
	POSTE TELEFONO
	CALICATA
	CERCO VIVO
	POSTE DE MEDIA TENSION
	BUZON ELECTRICO
	PUNTOS DE CONTROL
	VALVULA
	MEDIDOR DE ENERGIA

PERFIL LONGITUDINAL  
ESD: H: 1/500, V: 1/50

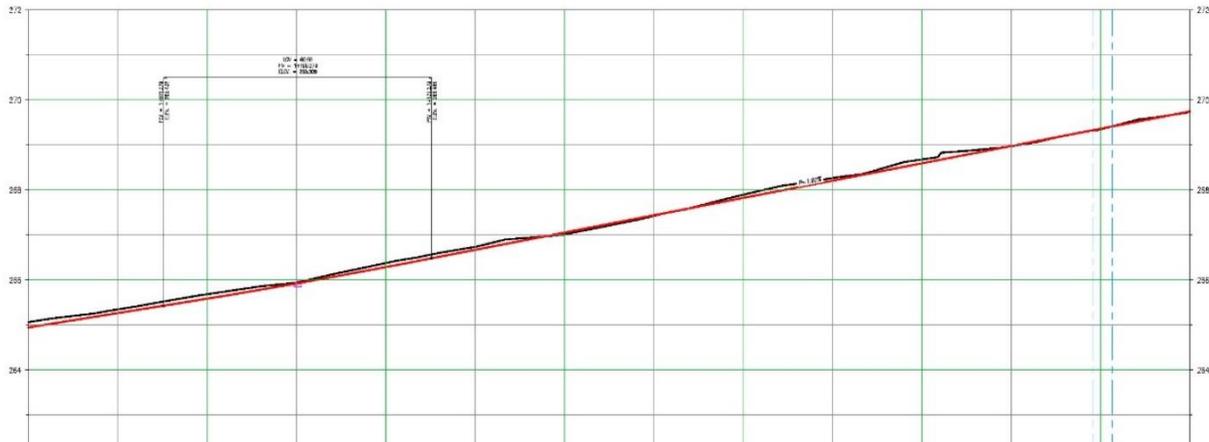
TABLA DE PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO				
NUMERO	DESCRIPCION	COTA	NORTE	ESTE
1	E-1	265.446	8690987.601	278130.668
2	E-4	262.225	8690835.912	278247.909
2	E-5	261.208	8690751.425	278319.324
2	E-6	260.375	8690598.801	278427.765
2	E-7	260.648	8690468.458	278530.459
2	E-8	263.261	8690321.018	278644.765
2	E-9	264.726	8690196.623	278740.469

<p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE BIEN SERA CIVIL</p>	<p>UBICACION DEL PROYECTO DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA: LIMA DISTRITO: CARABAYLLO CANTON: LA HUAYLA PUNTO: AL HUANANGAL</p>	<p>FECHA: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO</p>
	<p>FECHA DE ELABORACION DEL PROYECTO: 1/1</p> <p>PROYECTO: COMPORTAMIENTO VAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBO Y GAL PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE. AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024.</p>	<p>FECHA DE ELABORACION DEL PROYECTO: 1/1</p> <p>PROYECTO: COMPORTAMIENTO VAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBO Y GAL PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE. AVENIDA HUARANGAL - CARABAYLLO - LIMA, 2024.</p>



PLANTA  
ESC: 1/500

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS													
N°	PI	3013A	33000	TRACCION	EXTERNA	L.C.	FLICHA	EXTERNA	PC	PA	PT	ESTE (X)	NORTE (Y)
PI-1	10411.4	15000	14232	3.855	27.363	0.832	21.642	0+97.625	0+531.607	0+531.607	278737.678	8800174371	
PI-2	3797.8	15000	4571	3.879	5.140	0.879	0.150	0+988.627	0+101.208	0+101.208	278738.678	8800014761	
PI-3	0973.7	15000	1.114	3.804	2.228	0.004	3.228	0+129.832	0+243.048	0+243.048	278738.678	880000282	
PI-4	01151	15000	0.208	3.803	0.517	0.003	0.517	0+888.885	0+888.117	0+888.117	278738.678	880010238	
PI-5	02512	15000	0.200	0.200	1.200	0.000	1.200	1+116.424	1+116.424	1+116.424	278737.678	880017198	
PI-6	17370	15000	5.116	3.815	4.237	0.815	4.237	1+758.378	1+788.487	1+788.487	278688.678	880008301	



ELEVACION (metros) 787										
PENDIENTE	P=1.000 (-1.5833%)									
COTA TERRENO	265.446	262.225	261.208	260.375	260.648	263.261	264.726	266.185	267.644	269.103
COTA BASANTE	265.446	262.225	261.208	260.375	260.648	263.261	264.726	266.185	267.644	269.103
ALTURA CORTE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ALTURA RELLENO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ESTACIONAMIENTO	1+040	1+080	1+120	1+160	1+200	1+240	1+280	1+320	1+360	1+400
SECCION TRANSVERSAL	4+70.00									

PERFIL LONGITUDINAL  
ESC: 1/500, V: 1/20

TABLA DE PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO				
NUMERO	DESCRIPCION	COTA	NORTE	ESTE
1	E-1	265.446	8590987.601	278130.688
2	E-4	262.225	8590835.912	278247.909
2	E-5	261.208	8590751.425	278319.324
2	E-6	260.375	8590598.801	278427.765
2	E-7	260.648	8590468.458	278530.499
2	E-8	263.261	8590321.018	278644.765
2	E-9	264.726	8590196.623	278740.459

<p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>	<p>PROYECTO DEL PROYECTO: SEMPREVERDE, LIMA</p> <p>PROBLEMA: LIMA</p> <p>SITIO: CARABAYLLO</p> <p>RECTOR: LIMA</p> <p>PROFESOR: ING. HERNÁNDEZ</p> <p>ALUMNO: L. S.</p>	<p>TÍTULO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO</p>
	<p>FECHA DEL PROYECTO: 13/03/2024</p> <p>ASesor: ING. ALBERTO RODRIGUEZ TORRES</p> <p>PROFESOR: ING. HERNÁNDEZ</p> <p>ALUMNO: ING. HERNÁNDEZ</p>	<p>FECHA: 13/03/2024</p> <p>PROYECTO: LEV. TOP.05</p>

## Anexo 7: Panel Fotográfico

 Universidad César Vallejo	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

### Estudio de tráfico

Sábado 04-05-2024



Domingo 05-05-2024



Lunes 06-05-2024



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

### Estudio de tráfico

Martes 07-05-2024



Miércoles 08-05-2024



Jueves 09-05-2024



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

## Estudio de tráfico

Viernes 07-05-2024



Resumen

 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

**Estudio de suelos - Campo**

**Calicata N° 01**



**Calicata N° 02**



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

### Estudio de suelos- Campo

#### Calicata N° 03



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

**Estudio de suelos- Laboratorio**

Contenido de Humedad



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

**Estudio de suelos- Laboratorio**

**Análisis granulométrico**



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

**Estudio de suelos- Laboratorio**

**Análisis granulométrico**



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</b>
<b>Tesis:</b>	Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.
<b>Autor:</b>	Ronald Fortunato Paucar Moreno

**Estudio de levantamiento topografico**



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</p>
<p><b>Tesis:</b></p>	<p>Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.</p>
<p><b>Autor:</b></p>	<p>Ronald Fortunato Paucar Moreno</p>

**Quemado de bambu**



 <p>Universidad César Vallejo</p>	<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DPI</p>
<p><b>Tesis:</b></p>	<p>Comportamiento vial del pavimento flexible incorporando cenizas de bambú y cal para estabilización de subrasante, Avenida Huarangal – Carabaylo – Lima, 2024.</p>
<p><b>Autor:</b></p>	<p>Ronald Fortunato Paucar Moreno</p>

### Recolección de bambu

