

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA



**CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA
CAPACIDAD DE SOPORTE PARA ESTABILIZAR LA
SUBRASANTE EN VIVE HOGAR CASTILLA EN PIURA, 2025**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Br. Morales Benites Christopher Ernildo

<https://orcid.org/0009-0003-0958-5084>

ASESOR

Ms. Ing. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel

<https://orcid.org/0000-0001-7882-5916>

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Territorio, suelos y ambiente

TRUJILLO – PERÚ

2026

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Ing. Henry Alexander Chipana Saldaña

Yo, Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña con DNI N° 71475477, como asesor del trabajo de investigación titulado “CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE EN VIVE HOGAR CASTILLA EN PIURA, 2025”, desarrollado por el egresado Christopher Ernildo Morales Benites con DNI N° 75266414 del Programa de estudios de Ingeniería Civil, se considera que dichos trabajos reúnen la condición técnica y científica, la cual esta alineada a la norma establecida en los Reglamentos del Estudiante de Grado y Titulo de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI” y en las normativas para las presentaciones de trabajo de titulaciones de la misma Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, se autorizaron las presentaciones de las mismas ante los organismos pertinentes para que sean sometidos a evaluaciones por el jurado designado por las mencionada facultad.



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

Ms Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO

Vicerrectora de Investigación

MG. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA

Decano/a de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento y el camino para concretar tan importante logro.

AGRADECIMIENTO

A mi Universidad por todos los años de aprendizaje junto a sus docentes como guías en el proceso de enseñanza.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Christopher Ernildo Morales Benites**, con DNI N.º 75266414, egresado del **Programa de estudios de Ingeniería Civil** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, dando fe que se ha logrado seguir de manera rigurosa el procedimiento académico y administrativo establecido por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE EN VIVE HOGAR CASTILLA EN PIURA, 2025”, el cual consta de un total de 78 páginas, incluyendo 10 tablas y 36 páginas de anexos.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** del mencionado estudio y declaro, bajo juramentos y cumplimiento del principio ético, que son los contenidos de los documentos **de mi exclusiva autoría** en cuanto a las redacciones, organizaciones, mitológicas y diagramación, asimismo se garantizan que el fundamento teórico está debidamente sustentado en fuente bibliográfica, asumiéndose las responsabilidades de cualquiera de las omisiones involuntarias en las citas del autor.

En este sentido, se declara que los usos de las herramientas de inteligencias artificiales en el estudio se han limitado de manera exclusiva a las mejoras de las redacciones y correcciones del error gramatical y sintáctico, sin que ello haya influido en las generaciones de contenidos, análisis o interpretaciones de su resultado del estudio.

De la misma manera, reconozco que cualquiera de las vulneraciones al derecho de autores derivadas del estudio será de mis exclusivas responsabilidades, asumiéndose la consecuencia académica y legal que pudiera derivarse conformes a las normativas vigentes..

El autor



Firma

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD.....	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	6
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. METODOLOGÍA	23
2.1. Enfoque, tipo	23
2.2. Diseño de investigación	23
2.3. Población y muestra	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	24
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información	24
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	25
III. RESULTADOS.....	26
IV. DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestra del proyecto	23
Tabla 2. Propiedades mecánicas con 3% 5% y 8% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	26
Tabla 3. Propiedades mecánicas con 3% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	26
Tabla 4. Propiedades mecánicas con 5% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	27
Tabla 5. Propiedades mecánicas con 8% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	28
Tabla 6. Prueba de normalidad	28
Tabla 7. Prueba de hipótesis general	29
Tabla 8. Prueba de hipótesis específica uno	30
Tabla 9. Prueba de hipótesis específica dos	30
Tabla 10. Prueba de hipótesis específica tres	31

RESUMEN

La presente investigación desarrolló como objetivo general Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la estabilización de subrasante para los pavimentos en la zona Vive Hogar Castilla, en Piura, 2025. La metodología empleada fue de estudio cuantitativo, tipo aplicada, de diseño experimental, con alcance causa efecto. La muestra fue de 13 calicatas de 3%, 5% y 8% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado, el estudio realizó en un tramo de 1050 m. lineales en la zona Vive Hogar Castilla, en Piura. Los datos se analizaron por estadística descriptiva donde se destacó que, según los ensayos de laboratorio realizados, el porcentaje óptimo de adición de ceniza de bambú y caucho granulado fue el 3% de adición de la ceniza de bambú y caucho granulado tiene los mejores porcentajes en cuanto a índice de plasticidad con un 6%, máxima densidad seca 1.762 g/cm³, humedad optima 16.90% y un CBR en 27%. Por lo que se pudo concluir que existe influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la estabilización de subrasante para los pavimentos en la zona Vive Hogar Castilla, en Piura, 2025.

Palabras clave: subrasante, pavimento, propiedades físicas y mecánicas, humedad optima, CBR.

ABSTRACT

The general objectives of this research were to determine the influences of bamboo ash and granulated rubber on subgrade stabilization for pavements in the Vive Hogar Castilla area of Piura, 2025. The methodology employed was a quantitative, applied, experimental study with a causal scope. The sample consisted of 13 test pits with 3%, 5%, and 8% additions of bamboo ash and granulated rubber. The study was conducted on a 1050-meter linear section of the Vive Hogar Castilla area in Piura. The data were analyzed using descriptive statistics, which highlighted that, according to laboratory tests, the optimal percentage of bamboo ash and granulated rubber addition was 3%. This combination yielded the best results in terms of plasticity index (6%), maximum dry density (1.762 g/cm^3), optimum moisture content (16.90%), and a CBR of 27%. Therefore, it was concluded that there is an influence of bamboo ash and granulated rubber on the stabilization of the subgrades for pavements in the Vive Hogar Castilla area, in Piura, 2025.

Keywords: subgrade, pavement, physical and mechanical properties, optimum moisture content, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

El informe de la OMS de 2023 destaca que el 80% de sus carreteras en el mundo no cumplieron con el estándar de seguridad en los peatones y solo el 0.2% tiene carriles para bicicletas, exponiendo a estos usuarios a peligros (World Health Organization: OMS 2023). La Asociación Mundial de la Carretera (PIARC) enfatizan la necesidad de inversión en carreteras más seguras y el cumplimiento de los Objetivos de Desempeño Mundial en Seguridad Vial de las Naciones Unidas (PIARC 2023). El accidente de tráfico se da cerca de un 3% de su Producto Bruto Interno (PIB). Se estima que las lesiones fatales por accidentes de tráfico le costarán a la economía mundial aproximadamente \$1.8 billones de dólares (en USD de 2010) entre 2015 y 2030 (Raulryme 2024).

América Latina y el Caribe necesitan invertir aproximadamente el 6.2% de su PIB anual para satisfacer las demandas de infraestructura, incluyendo la vial. Históricamente, la inversión ha estado por debajo de este umbral (Brichetti et al. 2021). Según el "Índice Global de Infraestructura 2023" de Ipsos, la satisfacción con la red de autopistas y carreteras principales varía considerablemente. Chile tiene las mejores evaluaciones, mientras que en países como Bolivia, Colombia y Perú el porcentaje de evaluaciones positivas es inferior al 30%. En Bolivia, solo el 17% de la población está satisfecha con la infraestructura en general (Ipsos 2023).

Para el Índice Global de Infraestructura (2024), se destaca que solo el 24% de los peruanos conectados están satisfechos con la infraestructura nacional, ubicando a Perú al final del ranking global (DIARIO EL PUEBLO 2024). En 2024, la falta de pavimentación sigue siendo un desafío, con solo el 3.7% de las vías vecinales y el 12% de las departamentales pavimentadas. Las inversiones de las infraestructuras del transporte finalizaron en el 2023 con crecimientos superiores al 33%, según OSITRAN, de esta inversión, la infraestructura vial representó el 90% en términos de avance (Poncec 2024).

La comunidad de Vive Hogar Castilla, en Piura, Perú, enfrenta una problemática recurrente en su infraestructura vial que afecta directamente la calidad de vida de sus residentes y la transitabilidad en la zona. Específicamente en el año 2025, se observa que las vías de pavimento flexible existentes en la localidad presentan un deterioro prematuro y constante, manifestándose en la aparición de ahuellamientos, fisuras y deformaciones.

Estas situaciones son atribuibles en gran medida, a la deficiente capacidad de soporte de la subrasante, una condición común en suelos de la región Piura que son propensos a ser expansivos o de baja plasticidad, volviéndolos vulnerables a los cambios de humedad y a las cargas del tráfico.

La inestabilidad de la subrasante no solo reduce la vida útil del pavimento, generando altos costos de mantenimiento y rehabilitación para las autoridades locales, sino que también provoca incomodidad y riesgo para los usuarios, limita el acceso a servicios esenciales, e impacta negativamente el desarrollo socioeconómico de Vive Hogar Castilla. Esta realidad problemática subraya la urgencia de investigar soluciones innovadoras y sostenibles para la estabilización de la subrasante, como la aplicación de materiales alternativos como las cenizas de bambú y los cauchos granulados, que podrían ofrecer una mejora significativa en las propiedades geotécnicas del suelo y, consecuentemente, en la durabilidad y desempeño del pavimento flexible en la zona. Ante ello, surgió la siguiente interrogante ¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025?

Como interrogantes específicas ¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025? ¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025? ¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025?

La investigación se justifica teóricamente al buscar ampliar los conocimientos existentes sobre las mecánicas de suelos y el diseño de pavimentos flexibles, específicamente en lo que respecta a la estabilización de subrasantes. Tradicionalmente, la mejora de suelos de subrasante se ha basado en el uso de materiales convencionales como el cemento o la cal. Sin embargo, esta tesis propone explorar el potencial de materiales alternativos y sostenibles, como las cenizas de bambú y los cauchos granulados, para modificar las propiedades geotécnicas del suelo. Desde una perspectiva social, las estabilizaciones de las subrasantes con cenizas de bambú y cauchos granulados en Vive Hogar Castilla, Piura, ofrece beneficios significativos para la comunidad. Primero, mejoramientos de las calidades y durabilidades de las vías, se reducirán los costos de mantenimiento y las interrupciones del tráfico, lo que se traduce en una mayor accesibilidad y conectividad para los residentes.

La justificación práctica de este estudio radica en la solución directa a un problema de infraestructura vial que afecta a Vive Hogar Castilla, Piura. Las recurrentes fallas en los pavimentos flexibles de la zona, atribuidas a la baja capacidad de soporte de la

subrasante, generan altos costos de reparación y un deterioro constante de las vías. Metodológicamente, la tesis se justifica por la aplicación de un enfoque experimental riguroso y sistemático para evaluar la viabilidad y eficacia de la ceniza de bambú y el caucho granulado como estabilizadores. Se emplearán pruebas de laboratorio estandarizadas para cuantificar los cambios en las propiedades físico-mecánicas del suelo estabilizado. El diseño experimental permitirá la comparación de diferentes dosificaciones de ambos materiales, tanto individualmente como en combinación, lo que asegurará la identificación de las proporciones óptimas.

Es por ello, que se estableció como objetivo general Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025. Como objetivos específicos Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025. Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025. Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Por otra parte, se realizó la consulta de antecedentes internacionales, para el contraste y comparación de los resultados de la investigación Ahmed et al. (2024) analizaron *“el uso de cenizas de bagazos de cañas de azúcar (SBA) y cal como estabilizadores químicos para las subrasantes de suelos arcillosos”*. Se llevan a cabo varias pruebas geotécnicas de laboratorio, como los límites de Atterberg, las pruebas de compactaciones y las relaciones de cargas de California (CBR), tanto en suelos puros como estabilizados. Estas pruebas se realizan al 2,5 %, 5 % y 7,5 % de SBA o cal por peso de suelo seco. Además, se utilizan mezclas de cal y SBA en proporciones de 1:1, 2:1, 3:1, 1:2 y 1:3 en 5%, 7,5% y 10% del peso del suelo seco, respectivamente. El resultado indicó que los suelos están mejores con un 7.5% de SBA mostrándose aumentos del 28% en los límites líquidos, mientras que en los suelos mezclados 2.5% de cal combinados con 7.5% de SBA mostrándose aumentos del 40% en límites plásticos. Para los índices de plasticidades, los suelos mezclados son del 7.5% SBA mostrándose aumento del 42%. Además, 2,5% de cal en combinación con 2,5% de SBA mostraron mejoras con las consistencias de los suelos ya que estas mezclas se redujeron en las plasticidades del suelo de altas a bajas según las tablas de plasticidades. Por lo cual el

2.5% de, SBA en combinaciones con el 5% de cal demostraron mayores mejoras en el valor de CBR, que son aproximadamente 69% de aumentos por encima de los suelos puros. Finalmente, los análisis de costos indicaron que los métodos de mejoras prometedores reducen los costos de los pavimentos, aumentando la vida útil y mitigándose el problema de consumos de energías, contaminaciones relacionadas con el SBA como materiales de desechos sólidos.

Gupta, Sood y Gupta (2024) evalúa “*la viabilidad de mejorar las subrasantes de arcilla y arena utilizando un estabilizador a base de calcio (CBS) nombre comercial RBI Grado 81 y fibra sintética–fibra de poliéster para construir pavimentos económicos y sostenibles*”. El programa de prueba incluyó pruebas de plasticidad, compactación, triaxial cíclico avanzado (ACT) y relación de carga de California (CBR). Los módulos resilientes experimentales y teóricos se determinaron utilizando pruebas ACT y CBR, respectivamente. Posteriormente, se realizaron pruebas de microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos X para evaluar los cambios microestructurales y mineralógicos en los suelos debido a la estabilización y el refuerzo. Se diseñaron pavimentos flexibles con módulos resilientes (MR) experimentales y teóricos. Los resultados del estudio demuestran una sobreestimación significativa del MR mediante el método teórico. Se observó que, con un CBR hasta un 186 % mayor, un MR experimental un 228 % mayor, un MR teórico un 96 % mayor, una relación beneficio-tráfico un 230 % mayor, un ahorro del 22 % en el coste de construcción y una reducción del 24 % en las emisiones de gases de efecto invernadero, los suelos estabilizados mostraron un rendimiento superior. Por lo tanto, el estudio demuestra que el CBS combinado con fibra de poliéster puede utilizarse para la construcción de pavimentos económicos y sostenibles.

Biswas, Hussain y Singh (2023) analizaron “*el comportamiento de las geoceldas de bambú (BG) y las geoceldas de yute (JG) bajo una prueba de carga de rueda repetida*”. Se realizó una serie de pruebas de carga de rueda (WLT) para medir el rendimiento de las geoceldas variando tres tipos de materiales de relleno, es decir, arena, agregado triturado (CA) y pavimento de asfalto reciclado (RAP). Los resultados de la prueba mostraron que el sistema no reforzado con material de relleno CA podría soportar más repeticiones que RAP y arena bajo la carga de rueda. Con la inclusión de JG en la capa base granular, la relación beneficio del tráfico aumenta marginalmente, es decir, 1-2 a una profundidad de surco de 50 mm. Sin embargo, el BG aumenta la relación beneficio del tráfico (TBR) significativamente, es decir, 3-5 a la misma profundidad de surco. Con la adición de

geosintéticos basales, en ambas geoceldas, el valor de TBR aumenta considerablemente. El efecto de refuerzo de la geocelda de yute es mayor en la capa base de RAP. Sin embargo, el impacto de la geocelda de bambú es mayor en la capa base de arena. Debido a la naturaleza elastoplástica de las partículas de RAP, presentan una deformación más resiliente que la arena y el CA. El rendimiento de la geocelda de yute en términos de repeticiones de carga y valor de TBR con el material de relleno de RAP y CA es considerable y puede utilizarse en carreteras sin pavimentar de bajo volumen.

Kererat et al. (2022) investigaron “*el uso de ceniza de fondo mezclada con cemento Portland y látex de caucho para como material alternativo para obras viales*”. Se probaron dos tamaños de ceniza de fondo, a saber, (1) pasó el tamiz número 4 y (2) pasó un tamiz de 3/8 pulg. La ceniza de fondo (BA) se mezcló con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de cemento Portland ordinario (OPC) y 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de látex de caucho para (PRL). Se llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión sin confinamientos (UCS), resistencia al deslizamiento y durabilidad en seco y húmedo. Los resultados mostraron que las mezclas óptimas para tráfico liviano y pesado fueron las relaciones BA a OPC de 95:5 y 93:7, respectivamente, con un contenido de PRL del 6%. Los valores de resistencia al deslizamiento mostraron que las mezclas BA–OPC–PRL tuvieron bajo riesgo de deslizamiento y alcanzaron el valor mínimo sugerido para una superficie vial segura. Las pérdidas de peso determinadas mediante la prueba de durabilidad en húmedo y en seco también cumplieron con los criterios establecidos para los materiales de base y subbase de la carretera.

Fadmoro et al. (2021) abordaron algunos de los “*problemas responsables del deterioro de los pavimentos a través de los tratamientos de las muestras de suelos con la adición de cenizas de residuos agrícolas, como estiércol y cascarilla de vaca*”. “Los resultados de las pruebas de laboratorio mostraron una disminución inicial del contenido óptimo de humedad con un 5% de cenizas, que posteriormente aumentó de forma constante, y los valores de la Relación de Carga de California (CBR) del suelo se incrementaron 15 veces respecto a los valores originales de CBR con un 10% de cenizas. Se observó un incremento en los valores UCS de 2.4 kg/cm² (suelo natural) a 6.3 kg/cm² (15% de cenizas) en condiciones de curado de 7 días. El análisis de costos mostró que hubo una reducción en el costo general de todo el pavimento, así como una reducción en el espesor de las capas del pavimento”.

Hernández et al. (2022) la investigación trato sobre “*propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad*

Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador”, en la investigación analizaron la variación de los suelos que tenían alto contenido de arcilla con las adiciones de cal para el logro de mejoras de sus estabilizaciones, lográndose la obtención de las disminuciones de los índices de plasticidad en un 0%, así mismo se consiguió como resultados que los suelos adicionados con cal disminuyeron en densidades máximas secas e 16.39-15.27kg/m³. En los resultados concluyeron que adicionando cal pueden incrementar la vida útil de suelo, así como eliminar las alteraciones en lo que se refiere al volumen y reducir aún más la plasticidad.

Como antecedentes nacionales se consultaron los siguientes Esquivel & Mariños (2024) determinaron “*la influencia de la aplicación de emulsión asfáltica y neumáticos molidos en la estabilización de subrasante*”. Para lo cual se consideraron 3 diseños de aplicaciones de aditivo en distintos porcentajes, esta muestra fue sometida a un ensayo físico y mecánico con los fines de mejorar las capacidades de resistencias de los suelos. Así mismo, se desarrollaron empleándose una investigación de tipo aplicada, con enfoques cuantitativos, y diseños experimentales, de cortes transversales, explicativos. Se considera como muestras a 3 calicatas a cada 30m. Estas técnicas de recolección empleadas fueron de revisiones documentales y observaciones directas. El resultado muestra que los porcentajes óptimos de adiciones son basados en diseños de 3% de emulsiones asfálticas, 9% de neumáticos molidos, por lo cual se obtuvieron un valor de 27.7% y 39.1% de capacidades de soportes de CBR. Por lo tanto, los costos de aplicaciones de emulsiones y neumáticos están en estabilizaciones convencionales aumentados en un 17%. Concluyéndose, que los empleos de este material son viables para las estabilizaciones considerándose un porcentaje de aplicación de un 3% de emulsión debido a que, a mayores porcentajes, empiezan las disminuciones de capacidades de soportes y óptimos contenidos de humedad en sus mezclas.

Gonzalo et al. (2023) “*determinaron que tan efectivas son las combinaciones de las cenizas de quinua y cal en las estabilizaciones de los suelos*”. Los procesamientos de la muestra y sus recolecciones de data fueron utilizados en las metodologías aplicadas, diseños experimentales puros, con enfoques cuantitativos. Este resultado muestra mejoras en la característica del suelo cohesivo adicionándose cenizas de quinua y cal. Con adiciones de un 9% de cenizas de quinua, 5% de cal, obteniéndose pequeñas variaciones de los límites líquidos hacia el límite plástico, indicando un índice de plasticidad en comparaciones con los suelos de fundación. En estos casos las densidades secas y los

contenidos de humedad presentaron disminuciones óptimas en su contenido al 9% y aumentos de densidades secas. El CBR aumento alcanzando valores del 32% al 100%, las densidades secas en un 95%, mostrando un valor del 25.6%. Se concluyo que existen mejoras en sus propiedades mecánicas del suelo con adiciones de cenizas de quinuas y cal.

Huamán (2023) determinaron “*las influencias de las incorporaciones de cenizas de panca de maíz en un 5%, 10% y 15% en los mejoramientos de las estabilizaciones de subrasantes de la carretera Otuzco – Cajamarca*”. Tipos de investigaciones aplicadas con diseños de investigaciones experimentales y muestras de 3 calicatas de los tramos 2+500km a 6+000km de vías de bajos tránsitos. El resultado que se obtiene se comprueba en la hipótesis, demostrándose los incrementos de las capacidades de soportes de los suelos adicionándose cenizas de panca de maíz, determinados que a mayores porcentajes de adiciones de cenizas de pancas de maíz proporcionalmente aumentara las capacidades portantes de los suelos, tal como se logran observarse en los casos de las adiciones del 15% de cenizas de pancas de maíz obtenidos en el valor del CBR de un 20%, 21% al 95% y 100% seguidamente. Así mismo se obtendrá densidades máximas de 16% en óptimos contenidos de humedades.

Cristóbal y Quinte (2022) determinaron “*las variaciones de estabilizaciones de subrasantes con las adiciones de cenizas de eucaliptos en los pasajes turísticos de piedra parada, concepción Junín 2021*”. En la metodología se aplicaron métodos deductivos, de tipo aplicadas, de niveles explicativos y diseños experimentales. El resultado fue suelos con adiciones del 10% de cenizas de eucaliptos aumentados en las densidades máximas secas de 10.4% en índices de plasticidades disminuyéndose un 54.9%, los CBR aumentaron de 38%, en los módulos de resiliencias con un aumento del 57%. Concluyéndose que las estabilizaciones de subrasantes variaron considerablemente, los suelos que presentaron adiciones del 10% de cenizas de eucaliptos aumentaron sus densidades máximas secas del 10.4% en sus índices de plasticidad, disminuyendo el 54.9%, el CBR aumentara del 38% con respecto a sus módulos de resiliencias en un 57%.

Albites (2022) Analizó “*el impacto en las características físico-mecánicas de la subrasante al añadirle ceniza de bagazo de uva en proporciones del 2%, 4% y 6% en el distrito de San Vicente de Cañete*”. La investigación adopta un enfoque cuantitativo, pues emplea una serie de técnicas secuenciales para determinar el contenido máximo de humedad en las muestras de terreno, la densidad máxima seca, el índice de plasticidad y el CBR. Además, es de uso aplicativo, posee un diseño experimental, un grado de

explicación y una correlación causal. En la localidad de San Vicente de Cañete, la población representó la subrasante de una pista. Adicionalmente, la muestra se conformó de tres Calicatas de 1.5 metros de profundidad, correspondientes al nivel de subrasante de una pista. Después de llevar a cabo los ensayos y examinar los resultados, se concluyó que la incorporación de esta ceniza mejoró las propiedades mecánicas de la subrasante. Esto se evidencia en el incremento del CBR del 12.07% al 24.30% cuando se añadió un 2% de ceniza de bagazo de uva. Respecto a las características físicas, conforme se incrementaba la cantidad de ceniza en el bagazo de uva, los contenidos de humedades se vuelven óptimos con respecto a las densidades secas máximas y el índice de plasticidad se reduce.

Velásquez (2022) determinaron en relación a la “*estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina*”, con la finalidad de analizar el comportamiento de los suelos arcillosos, con la adición de cemento Portland Tipo I, encontraron que adicionando el cemento las propiedades mejoraron a CBR de 13.75 al 95 % de DSM, por lo que la estabilización del suelo arcilloso con cemento aumento el índice de CBR y disminuyó los índices de contracción y también el de plasticidad.

Seguidamente, se definen las bases teóricas de la investigación donde se respaldan las variables e indicadores de estudio, al respecto los agregados son materiales granulares, como arenas, gravas o piedras trituradas, que se mezclan con un aglutinante (como el cemento) para formar materiales compuestos como el concreto. Estos materiales representan la mayor parte del volumen en una mezcla de concreto (entre un 70% y 80%), y sus características influyen directamente en las propiedades finales del producto, como su resistencia, durabilidad y trabajabilidad (Lopera-Rodríguez, Zuluaga y Jaramillo-Garzón 2021). El agregado grueso es la porción de la mezcla que queda retenida en una malla con una apertura de 4.75 mm (malla No. 4). El agregado fino es la porción de la mezcla que pasa a través de una malla de 4.75 mm (malla No. 4) (Fuentes et al 2021).

La correcta proporción entre agregados gruesos y agregados finos es fundamental para lograr una mezcla de concreto exitosa, ya que su equilibrio determina las propiedades del material final. Si la mezcla tiene un exceso de agregado grueso, se vuelve difícil de trabajar y puede dejar vacíos internos, lo que afecta su densidad y resistencia (Pérez et al. 2022). Por otro lado, un exceso de agregado fino exige más agua y cemento para lograr la consistencia deseada, aumentando los costos y potencialmente disminuyendo la resistencia final. Por lo tanto, un buen diseño de mezcla busca la proporción ideal que

garantice la resistencia, durabilidad y trabajabilidad necesarias, optimizando el uso de agua y cemento (Bucio-Toledo y Flores-Sandoval 2022).

Las cenizas de bambú y los cauchos granulados se están investigando cada vez más como materiales alternativos para las estabilizaciones de los suelos, especialmente en la construcción de carreteras. Su uso ofrece varios beneficios, incluida la sostenibilidad ambiental al reutilizar residuos agrícolas e industriales y la posibilidad de mejorar las propiedades mecánicas de los suelos. Cuando se combinan, la ceniza de bambú y el caucho granulado pueden ofrecer un enfoque complementario para la estabilización del suelo. La ceniza de bambú contribuye a la resistencia y rigidez, mientras que el caucho granulado aporta ductilidad y flexibilidad (Sun et al. 2022).

Esta sinergia podría crear un material compuesto que no solo es fuerte, sino también más resistente a la fatiga y a los cambios volumétricos, con la ventaja de ser ecológico. La dosificación óptima de cada material depende de las propiedades específicas del suelo a estabilizar y de los objetivos del proyecto. La investigación en este campo sigue avanzando, buscando las proporciones ideales que maximicen los beneficios técnicos y ambientales de estos materiales alternativos (Osuolale, Arinkoola y Olawuyi 2023).

El bambú no es un árbol, sino una hierba gigante, el miembro más grande de la familia de las gramíneas (Poaceae), a la que también pertenecen el maíz, el trigo y el arroz. A pesar de su apariencia de madera, sus propiedades únicas lo convierten en un material extraordinariamente versátil y sostenible, con una amplia gama de aplicaciones. Es una de las plantas de más rápido crecimiento en el planeta. Algunas especies pueden crecer más de 1 metro en un solo día, alcanzando su altura final en apenas unos meses y la madurez estructural para su uso en construcción en 3-5 años. A diferencia de los árboles, los tallos de bambú no se vuelven más gruesos con los años, sino que emergen del suelo con su diámetro final (Vagestan, Periyasamy y Vasugi 2025).

Las fibras de celulosa del bambú, reforzadas con lignina y sílice, le otorgan una resistencia a la tracción superior a la del acero estructural. Esto, combinado con su ligereza y flexibilidad, lo hace ideal para construcciones sismorresistentes. La ceniza de bambú, obtenida de la quema controlada de tallos y hojas de bambú, es un material con gran actividad puzolánica. Esto significa que, al mezclarse con agua y un activador de cal (como la cal hidratada o el cemento), la sílice amorfa presente en la ceniza reacciona para formar compuestos cementicios. Estos compuestos llenan los vacíos en la estructura

del suelo, lo que aumenta significativamente su resistencia y estabilidad (Nieto-Barbosa et al. 2023).

La adición de ceniza de bambú ha demostrado un aumento en la resistencia a la compresión de suelos, haciéndolos más adecuados para subrasantes de carreteras y otras aplicaciones de ingeniería civil. Ayuda a mitigar el potencial de hinchamiento en suelos arcillosos, que son propensos a expandirse y contraerse con los cambios de humedad (Yang et al. 2021). Utiliza un subproducto de la agricultura que de otro modo sería un residuo, reduciendo la necesidad de materiales de construcción convencionales como el cemento, cuya producción tiene una alta huella de carbono. Por lo que algunos estudios han demostrado que reemplazar una parte del cemento con ceniza de bambú (a menudo entre 5% y 10%) puede mejorar las propiedades del material, aunque un porcentaje excesivo puede reducir la resistencia inicial (Silva et al. 2023).

El caucho granulado se produce al triturar neumáticos de desecho, un problema ambiental global. Aunque no tiene propiedades cementicias como la ceniza de bambú, su incorporación al suelo puede mejorar otras características importantes. Al ser un material ligero, el caucho granulado puede disminuir la densidad del suelo, lo que es útil para aplicaciones de relleno ligero y para reducir la presión lateral sobre las estructuras de contención, a diferencia de los materiales tradicionales, el caucho aporta cierta elasticidad a la mezcla de suelo (Liu et al. 2024). Esto puede mejorar su resistencia a la fatiga y a la formación de grietas por cambios de temperatura y cargas de tráfico. Promueve una solución sostenible para el vasto problema de los residuos de neumáticos. Estudios indican que el caucho granulado puede aumentar la capacidad de carga del suelo y mejorar la resistencia al corte. Sin embargo, su uso debe ser en porcentajes óptimos (a menudo hasta un 20%) para evitar una reducción de la resistencia, ya que en exceso puede comprometer la cohesión del suelo (Zvonarić, Barišić y Dokšanović 2024).

La estabilización de subrasante para pavimentos es un proceso de ingeniería civil que busca mejorar las propiedades del suelo natural sobre el que se construirá la estructura del pavimento, con el fin de aumentar su capacidad para soportar cargas y prolongar la vida útil de la carretera. La subrasante es la base del pavimento. Si el suelo subyacente es débil, arcilloso, muy expansivo o tiene poca resistencia, la estructura del pavimento construida sobre él podría fallar prematuramente, ya sea por deformaciones, fisuras o asentamientos (Kumar y Singh 2023).

La estabilización de la subrasante es fundamental para garantizar la durabilidad y eficiencia de un pavimento. Un suelo estabilizado mejora su resistencia y capacidad de

carga, lo que permite soportar de manera más efectiva el peso del tráfico. Como resultado, es posible reducir el espesor de las capas de pavimento superiores, como la base y la subbase, lo que se traduce en un ahorro considerable de materiales y costos de construcción. Además, este proceso contribuye a una mayor durabilidad del pavimento. Al reducir la plasticidad, el potencial de hinchamiento y la permeabilidad del suelo, se hace más resistente a los efectos perjudiciales del agua y los cambios de temperatura, previniendo daños y deformaciones a largo plazo. Un suelo estabilizado reduce la compresibilidad, lo que disminuye la posibilidad de que ocurran asentamientos irregulares que podrían fisurar la superficie del pavimento. Un suelo firme y estable también facilita el proceso de construcción, permitiendo que la maquinaria pesada trabaje de manera más rápida y eficiente (Kumar y Singh 2023).

Existen varios métodos para estabilizar la subrasante, que se pueden clasificar en mecánicos y químicos. La estabilización mecánica es una técnica crucial en la ingeniería de pavimentos que se enfoca en mejorar las propiedades físicas del suelo a través de la manipulación de su estructura. Esta técnica se basa principalmente en dos procesos: la compactación y la mezcla con agregados, la compactación es el proceso de aumentar la densidad del suelo al expulsar el aire de los vacíos (Tanyıldızı, Uz y Gökalp 2023). Al compactar el suelo, se incrementa su resistencia al corte y se reduce su compresibilidad, lo que lo hace más estable para soportar las cargas de tráfico. Por otro lado, la mezcla con agregados implica la adición de materiales granulares, como grava, arena o concreto reciclado, al suelo existente. Este proceso mejora la granulometría del suelo, llenando los espacios vacíos y reforzando la estructura, lo que aumenta significativamente la capacidad de soporte y la resistencia del suelo (Ghanizadeh et al. 2024).

La estabilización química es un método avanzado que modifica el suelo a través de la adición de agentes químicos que reaccionan con sus componentes. Un aditivo común es la cal, que es particularmente efectiva para estabilizar suelos arcillosos de alta plasticidad. La cal reacciona con la arcilla para reducir su plasticidad y potencial de hinchamiento, lo que aumenta su resistencia. Otro estabilizador ampliamente utilizado es el cemento, que, al mezclarse con el suelo, crea una capa similar al concreto. Esta técnica es ideal para suelos granulares, ya que incrementa significativamente su resistencia y capacidad de carga (Mishra, Shukla y Mittal 2022).

Otros materiales industriales también se emplean con éxito, las cenizas volantes y la escoria son subproductos que poseen propiedades puzolánicas, permitiendo que, en combinación con cal o cemento, mejoren la resistencia del suelo. Además de los aditivos

tradicionales, los geosintéticos, como las geomallas o los geotextiles, se colocan para separar las capas del pavimento y distribuir las cargas de manera más uniforme (Majumder y Venkatraman 2021). Estos materiales confinan el agregado y refuerzan la subrasante, aumentando su capacidad de soporte. En última instancia, la selección del método y del material de estabilización debe basarse en una evaluación detallada de las propiedades del suelo, las cargas de tráfico previstas y los costos del proyecto para lograr un resultado óptimo (Sosahab, Ardakani y Hassanlourad 2023).

En relación con las hipótesis de la investigación se planteó como general Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025. Las hipótesis específicas se establecieron de la siguiente forma.

Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025. Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025 y por último existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo

El enfoque de estudio se describió como cuantitativo debido a que es un método de investigación que se centra en la cuantificación y el análisis de datos numéricos para probar hipótesis, establecer patrones de comportamiento y buscar relaciones causales entre variables (Hernández-Sampieri, & Mendoza, 2023). Este estudio se enmarcó en una investigación de tipo aplicada, entendida como un enfoque que busca utilizar los conocimientos teóricos existentes para resolver problemas específicos y prácticos en el mundo real (Hernández-Sampieri, & Mendoza, 2023).

2.2. Diseño de investigación

Se encuentra dentro del diseño experimental, que es un método de investigación científica que permite establecer una relación de causa y efecto entre variables. Su propósito es manipular una o más variables (independientes) para observar su efecto sobre otra u otras variables (dependientes) en un entorno controlado (Hernández-Sampieri, & Mendoza, 2023).

2.3. Población y muestra

La población es el grupo total al que se desea generalizar los resultados de un estudio. Es el universo completo de interés para la investigación. En este caso se realizó el estudio en el terreno de la zona Vive Hogar Castilla, en Piura.

La muestra es una parte de la población de la cual se seleccionan para realizar dicha investigación. Se utilizó una muestra cuando no es factible o práctico estudiar a toda la población debido a limitaciones de tiempo, costo o recursos. Se realizó el estudio en un tramo de 1050 m. lineales en la zona Vive Hogar Castilla, en Piura.

Tabla 1. Muestra del proyecto

Ensayos Grupos de Análisis	Proctor modificado	CBR
Patrón	3	3
3% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	3	3
5% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	3	3
8% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado	3	3
TOTAL	12	12

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Las técnicas de recolección de datos son los métodos o procedimientos que un investigador utiliza para obtener la información necesaria para su estudio (Sánchez, 2022). Se empleó la observación, ya que consiste en registrar de forma sistemática y metódica el comportamiento, las características o los eventos de interés en un entorno natural o experimental. (Hernández-Sampieri, & Mendoza, 2023). Los instrumentos de recolección de datos son las herramientas concretas que se usan para aplicar esas técnicas (Sánchez, 2022). Se utilizó la ficha de registro entendiendo que es un instrumento común que ayuda a organizar la información extraída de los documentos de manera estructurada (Hernández-Sampieri, & Mendoza, 2023).

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

En primer lugar, se creó una base de datos digital en una hoja de cálculo para registrar de manera sistemática los valores de las variables (porcentaje de aditivo, contenido de humedad, densidad, CBR, UCS) por cada muestra. Es crucial realizar una limpieza de datos para corregir errores, identificar valores atípicos y asegurar la exactitud de la información antes de proceder a cualquier cálculo. El análisis de datos se dividió en dos fases, la primera, el análisis descriptivo, permite resumir y comprender las características principales de los datos. Esto se logra calculando medidas de tendencia central como la media, la mediana y la moda, y medidas de variabilidad como la desviación estándar, para evaluar la consistencia de los resultados dentro de cada grupo. Además, se utilizaron gráficos de barras para comparar los promedios y gráficos de dispersión para visualizar posibles relaciones entre variables.

La segunda fase, el análisis inferencial, fue fundamental para probar las hipótesis de la tesis. Para el componente experimental, se empleó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si los aditivos tienen un efecto estadísticamente significativo en las propiedades del suelo, como el valor del CBR. Por otro lado, para el componente correlacional, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para medir la fuerza y dirección de la relación lineal entre las variables. Finalmente, se presentaron los hallazgos en la tesis, se interpretaron los resultados y se extraen las conclusiones, demostrando si la ceniza de bambú y el caucho granulado son materiales efectivos para la estabilización de subrasantes en la zona de estudio.

2.6. Aspectos éticos en investigación

Las consideraciones éticas sostuvieron que la información obtenida fue expuesta tal como se desarrolló la investigación, el cual estuvo a cargo del investigador. En la investigación se cumplieron con todas las normas establecidas para el estudio, asimismo, se tuvo en cuenta los derechos del autor, para las explicaciones y discusiones. La fiabilidad de cada dato recopilado se asegurará, subrayando que la presente investigación tuvo exclusivamente un enfoque académico. Su objetivo fue proteger a los participantes, garantizar la integridad del proceso científico y asegurar que los hallazgos sean honestos y transparentes. Ignorar la ética puede tener graves consecuencias, tanto para los investigadores como para los sujetos de estudio y la sociedad en general.

III. RESULTADOS

En base al primer objetivo general: Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Tabla 2. Propiedades mecánicas con 3% 5% y 8% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado

% de Adición	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Humedad optima (%)	CBR (95%) MDS Penetración 0.1”
0%	1.884	12.60%	10.00%
3%	1.762	16.90%	18.00%
5%	1.769	17.90%	17.00%
8%	1.738	17.50%	9.00%

Fuente: Resultados de los análisis mecánicos realizados, (2025)

Interpretación. La tabla 2, indica las propiedades mecánicas con una adición del 3%, 5% y 8% de ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para la estabilización de la subrasante, se observó que la máxima densidad seca experimenta una disminución significativa cuando apenas se incorpora el aditivo (de 1.884 a 1.762 g/cm³ con únicamente el 3%). Esta situación se presenta frecuentemente cuando el aditivo es más ligero que el suelo o provoca una reacción química inmediata que obstaculiza la compactación. La humedad optima experimenta un incremento considerable, pasando del 12.60% al 17.90%. Esto sugiere que el aditivo requiere una considerable cantidad de agua para lograr su punto de compactación máxima. Por lo tanto, el porcentaje idóneo para la incorporación de este suelo es del 3%. Ofrece el incremento más significativo de resistencia (CBR) sin sacrificar excesivamente la densidad, además de demandar una menor cantidad de agua en comparación con las dosis más elevadas.

Seguidamente sobre el primer objetivo específico: Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 3. Propiedades mecánicas con 3% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado

% de Adición	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Humedad optima (%)	CBR (95%) MDS Penetración 0.1”
0%	1.884	12.60%	10.00%
3%	1.762	16.90%	18.00%

Fuente: Resultados de los análisis mecánicos realizados, (2025)

Interpretación. La tabla 3, indica las propiedades mecánicas con una adición del 3% de ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para la estabilización de la subrasante, se observó que la máxima densidad seca disminuyó de 1,884 g/cm³ a 1,762 g/cm³, debido a la densidad de los materiales es menor al del suelo natural, es por ello por lo que a mezcla final se hace más ligera. Seguidamente la humedad óptima, en estado natural es de 12,60% y luego aumenta con la adición a 16,90%, porque los aditivos tienen mayor capacidad de absorción de agua, por lo que necesitan más líquido que les permite un estado más compacto. En cuanto al CBR aumentó un 80% por lo que la capacidad de soporte de la mezcla es mucho más resistente a la deformación bajo carga. Por lo que un valor de 18% para CBR ubica a la subrasante como excelente, lo que quiere decir que la muestra se vuelve más estable y con mayor capacidad de soportar el tráfico.

En base al segundo objetivo específico: Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4. Propiedades mecánicas con 5% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado

% de Adición	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Humedad óptima (%)	CBR (95%) MDS Penetración 0.1”
0%	1.884	12.60%	10.00%
5%	1.769	17.90%	17.00%

Fuente: Resultados de los análisis mecánicos realizados, (2025)

Interpretación. La tabla 4, indica las propiedades mecánicas con una adición de 5% de cenizas de bambú y caucho granulado, donde se observó que la densidad seca disminuyó de 1.884 g/cm³ a 1.769 g/cm³, lo que indica que las partículas más ligeras reducen el peso específico de la mezcla. Por su parte la humedad óptima aumentó considerablemente de 12.60% a 17.90%, indicando que la mezcla al 5% tienen mayor demanda de agua para que el suelo se pueda compactar. El valor de CBR aumentó de 12.60% a 17.90%, lo que refleja un descenso con respecto a la adición de 3% de mezcla. Lo que indica que la dosificación al 5% hace menos eficiente el suelo que al 3%, por lo cual al añadir más mezcla en lugar de aportar mayor resistencia se inicia el proceso de ablandamiento con mayor requerimiento de agua.

En base al Tercer objetivo específico: Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5. Propiedades mecánicas con 8% de adición de ceniza de bambú y caucho granulado

% de Adición	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Humedad óptima (%)	CBR (95%) MDS Penetración 0.1”
0%	1.884	12.60%	10.00%
8%	1.738	17.50%	9.00%

Fuente: Resultados de los análisis mecánicos realizados, (2025)

Interpretación. La tabla 5, se observa con una adición del 8% de muestra, que las propiedades mecánicas cambian, con respecto a la densidad seca alcanzó un mínimo de 1.738 g/cm³, lo que indica que el material se vuelve más voluminoso y ligero cuando se agrega más mezcla de caucho y ceniza, en cuanto a la humedad óptima, aumenta a 17,50% sin embargo está por debajo con respecto a la adición de 5%. El CBR disminuye a 9% lo que indica que el exceso de material vuelve el material menos resistente que el suelo original. Esto indica que la dosificación de 8% es contraproducente ya que reduce las propiedades mecánicas del suelo original, reduciendo la fricción entre partículas y resultando en una pérdida de estabilidad mecánica, dejando el CBR por debajo del nivel inicial.

Tabla 6. Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestras analizadas	0,955	13	0,223

Interpretación. La tabla 6, se emplea la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad debido a que el tamaño de la muestra es igual a 30 elementos. Posteriormente, se verifica la presencia o ausencia de una distribución normal en los datos obtenidos.

H0= Los datos tienen distribución normal

H1= Los datos no tienen distribución normal

Esto señala que, al ser sig > 0.05, la hipótesis nula es rechazada, confirmando que los datos siguen una distribución normal. En consecuencia, se opta por utilizar una prueba paramétrica para respaldar las hipótesis planteadas.

Comprobación de hipótesis

Tabla 7. Prueba de hipótesis general

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Máxima densidad seca (g/cm ³)	Entre grupos	0.056	3	0.019	178.613	0.000
	Dentro de grupos	0.002	16	0.000		
	Total	0.058	19			
Humedad óptima (%)	Entre grupos	93.457	3	31.152	5341.190	0.000
	Dentro de grupos	0.093	16	0.006		
	Total	93.551	19			
CBR (95%) MDS	Entre grupos	312.232	3	104.077	3684.474	0.000
	Dentro de grupos	0.452	16	0.028		
	Total	312.683	19			

Fuente: Resultados de los análisis mecánicos realizados, (2025)

Interpretación. En la tabla 7, se observa que bajo un nivel de confianza del 95%, se deduce que la proporción de adición ejerce un impacto considerable en las propiedades mecánicas del suelo ($p < 0.05$). El diseño ideal se establece en el 3% de adición, lo que resulta en una mejora del 80% en la capacidad de soporte (CBR) en comparación con el suelo natural, manteniendo una estabilidad estadística rigurosa en los ensayos efectuados.

Prueba de hipótesis específica uno

H1. Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

H01. No existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Tabla 8. Prueba de hipótesis específica uno

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Máxima densidad seca (g/cm ³)	3%	,11160*	0.00647	0.000	0.0931	0.1301
Humedad optima (%)	3%	-4,342*	0.048	0.000	-4.48	-4.20
CBR (95%) MDS	3%	-7,576*	0.106	0.000	-7.88	-7.27

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Interpretación. En la tabla 8, la hipótesis postula que la mezcla modifica las propiedades del suelo con un grado de confianza del 95%, evidenciada por la mínima variación observada en los resultados correspondientes al 3% de adición. Con base en que el p-valor es inferior a 0.05 en todas las evaluaciones, los hallazgos son justificables para respaldar que existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Prueba de hipótesis específica dos

H2. Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

H02. No existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Tabla 9. Prueba de hipótesis específica dos

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Máxima densidad seca (g/cm ³)	5%	-,09420*	0.00647	0.000	-0.1127	-0.0757
Humedad optima (%)	5%	5,378*	0.048	0.000	5.24	5.52
CBR (95%) MDS	5%	6,560*	0.106	0.000	6.26	6.86

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Interpretación. En la tabla 9, la hipótesis postula que la mezcla modifica las propiedades del suelo con un grado de confianza del 95%, evidenciada por la mínima variación observada en los resultados correspondientes al 5% de adición. Con base en que el p-valor es inferior a 0.05 en todas las evaluaciones, los hallazgos son justificables para respaldar que existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Prueba de hipótesis específica tres

H3. Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

H03. No existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Tabla 10. Prueba de hipótesis específica tres

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Máxima densidad seca (g/cm ³)	8%	-,14160*	0.00647	0.000	-0.1601	-0.1231
Humedad optima (%)	8%	5,032*	0.048	0.000	4.89	5.17
CBR (95%) MDS	8%	-1,466*	0.106	0.000	-1.77	-1.16

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Interpretación. En la tabla 10, la hipótesis postula que la mezcla modifica las propiedades del suelo con un grado de confianza del 95%, evidenciada por la mínima variación observada en los resultados correspondientes al 8% de adición. Con base en que el p-valor es inferior a 0.05 en todas las evaluaciones, los hallazgos son justificables para respaldar que existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

IV. DISCUSIÓN

En referencia al objetivo general se determinó que el porcentaje idóneo para la incorporación de este suelo es del 3%. Ofrece el incremento más significativo de resistencia (CBR) sin sacrificar excesivamente la densidad, además de demandar una menor cantidad de agua en comparación con las dosis más elevadas. En la comprobación de hipótesis se destacó que ($p < 0.05$), por lo que el diseño ideal se establece en el 3% de adición, lo que resulta en una mejora del 80% en la capacidad de soporte (CBR) en comparación con el suelo natural, manteniendo una estabilidad estadística rigurosa en los ensayos efectuados. Los resultados guardan relación con Esquivel & Mariños (2024) determinaron, que la aplicación de emulsión asfáltica y neumáticos molidos en la estabilización de subrasante”, son viables para las estabilizaciones considerándose un porcentaje de aplicación de un 3% de emulsión debido a que, a mayores porcentajes, empiezan las disminuciones de capacidades de soportes y óptimos contenidos de humedad en sus mezclas.

En relación con los resultados obtenidos para el primer objetivo específico, se observó que las propiedades mecánicas con una adición del 3% de ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para la estabilización de la subrasante, se observó que la máxima densidad seca disminuyó de 1,884 g/cm³ a 1,762 g/cm³, debido a la densidad de los materiales es menor al del suelo natural, es por ello por lo que a mezcla final se hace más ligera. Seguidamente la humedad óptima, en estado natural es de 12,60% y luego aumenta con la adición a 16,90%, porque los aditivos tienen mayor capacidad de absorción de agua, por lo que necesitan más líquido que les permite un estado más compacto. En cuanto al CBR aumentó un 80% por lo que la capacidad de soporte de la mezcla es mucho más resistente a la deformación bajo carga. Por lo que un valor de 18% para CBR ubica a la subrasante como excelente, lo que quiere decir que la muestra se vuelve más estable y con mayor capacidad de soportar el tráfico. Los resultados guardan semejanza con Cristóbal y Quinte (2022), quienes adicionaron cenizas de eucalipto en la mejora de la estabilidad del suelo, y en relación con su índice de plasticidad disminuye notablemente también hasta un 54.9%.

Sobre el objetivo específico tres, se determinó las propiedades mecánicas con una adición de 5% de cenizas de bambú y caucho granulado, donde se observó que la densidad seca disminuyó de 1.884 g/cm³ a 1.769 g/cm³, lo que indica que las partículas más ligeras reducen el peso específico de la mezcla. Por su parte la humedad óptima aumentó

considerablemente de 12.60% a 17.90%, indicando que la mezcla al 5% tienen mayor demanda de agua para que el suelo se pueda compactar. El valor de CBR aumentó de 12.60% a 17.90%, lo que refleja un descenso con respecto a la adición de 3% de mezcla. Lo que indica que la dosificación al 5% hace menos eficiente el suelo que al 3%, por lo cual al añadir más mezcla en lugar de aportar mayor resistencia se inicia el proceso de ablandamiento con mayor requerimiento de agua. Los resultados guardan relación con la investigación de Gonzalo et al. (2023) quien demostró que con adiciones de un 9% de cenizas de quinua, 5% de cal, se obtiene valores de humedad óptima entre de 9.00% a 9.90%, en ambas investigaciones se consideraron los valores de humedad óptimos según el porcentaje de adición de mezcla, de igual forma con la adición de la mezcla se logró reducir el porcentaje de humedad.

Sobre el objetivo específico tres, se determinó con una adición del 8% de muestra, que las propiedades mecánicas cambian, con respecto a la densidad seca alcanzó un mínimo de 1.738 g/cm³, lo que indica que el material se vuelve más voluminoso y ligero cuando se agrega más mezcla de caucho y ceniza, en cuanto a la humedad óptima, aumenta a 17,50% sin embargo está por debajo con respecto a la adición de 5%. El CBR disminuye a 9% lo que indica que el exceso de material vuelve el material menos resistente que el suelo original. Esto indica que la dosificación de 8% es contraproducente ya que reduce las propiedades mecánicas del suelo original, reduciendo la fricción entre partículas y resultando en una pérdida de estabilidad mecánica, dejando el CBR por debajo del nivel inicial. Los resultados mantienen relación con Cristóbal y Quinte (2022) determinaron en su investigación que la adición de cenizas de eucaliptos en los pasajes turísticos de piedra parada, mejorando la densidad seca máxima en 1.997 g/cm³ lo cual muestra una semejanza entre ambos estudios, así mismo se puede comparar con la investigación de Velásquez (2022) consiguió que el suelo adicionado con Cemento Portland Tipo I aumentó la máxima densidad seca de 1.615 g/cm³ a 1.735 g/cm³. De igual forma, Hernández et al. (2022) consiguieron como resultado que el suelo adicionado con cal disminuyó una densidad máxima seca de 1.639 kg/m³ y de 1.527 kg/m³. Por lo que los trabajos de investigación citados mantienen estrecha relación.

V. CONCLUSIONES

Primera, sobre el objetivo general se determinó que el porcentaje idóneo para la incorporación de este suelo es del 3%. Ofrece el incremento más significativo de resistencia (CBR) sin sacrificar excesivamente la densidad, además de demandar una menor cantidad de agua en comparación con las dosis más elevadas. En la comprobación de hipótesis se destacó que ($p < 0.05$), por lo que el diseño ideal se establece en el 3% de adición, lo que resulta en una mejora del 80% en la capacidad de soporte (CBR) en comparación con el suelo natural, manteniendo una estabilidad estadística rigurosa en los ensayos efectuados.

Segunda, sobre el objetivo específico uno, se determinó que las propiedades mecánicas con una adición del 3% de ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para la estabilización de la subrasante, fueron máxima densidad seca 1,762 g/cm³, humedad óptima 16,90% y CBR aumentó un 80% por lo que la capacidad de soporte de la mezcla es mucho más resistente a la deformación bajo carga. Así mismo, en la comprobación de hipótesis se determinó que ($p < 0.05$), en todas las evaluaciones, los hallazgos son justificables para respaldar que existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Tercera, “sobre el objetivo específico dos, se determinó las propiedades mecánicas con una adición de 5% de cenizas de bambú y caucho granulado, donde se observó que la densidad seca 1.769 g/cm³, la humedad óptima aumentó a 17.90%. y el valor de CBR aumentó a 17.90%, lo que refleja un descenso con respecto a la adición de 3% de mezcla. Lo que indica que la dosificación al 5% hace menos eficiente el suelo que al 3%, por lo cual al añadir más mezcla en lugar de aportar mayor resistencia se inicia el proceso de ablandamiento con mayor requerimiento de agua. De igual forma, con base en que el p-valor es inferior a 0.05 en todas las evaluaciones, los hallazgos son justificables para respaldar que existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

Cuarta, “sobre el objetivo específico tres, se determinó con una adición del 8% de muestra, que las propiedades mecánicas cambian, con respecto a la densidad seca alcanzó un mínimo de 1.738 g/cm³, en cuanto a la humedad óptima, aumenta a 17,50% sin embargo está por debajo con respecto a la adición de 5%. El CBR disminuyó a 9% lo que indica que el exceso de material vuelve el material menos resistente que el suelo

original. En la comprobación de hipótesis el valor de p fue inferior a 0.05 en todas las evaluaciones, los hallazgos son justificables para respaldar que existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.

VI. RECOMENDACIONES

Se aconseja, a la asociación vecinal y a las autoridades locales de la Vive Hogar Castilla en Piura, realizar ensayos previos para determinar las propiedades físicas y químicas de los materiales involucrados en el proceso de pavimentación, para asegurar los mejores resultados en la vida útil de los materiales.

Se recomienda a los estudiantes para futuras investigaciones desarrollar el impacto ambiental a largo plazo que tiene el uso de las cenizas de bambú y caucho granulado en la estabilización de subrasante para los pavimentos.

Se recomienda a los estudiantes para futuras investigaciones realizar estudios con otras técnicas de estabilización de subrasante, para evaluar la eficacia de esta y la rentabilidad económica.

Se recomienda a los futuros investigadores, plantear experimentaciones de estabilización de suelos con estos mismos aditivos (ceniza de bambú y caucho granulado), de manera separada, con el fin de verificar su desempeño de manera individual, y evaluar la viabilidad de utilizar solo uno de ellos para la estabilización de suelos a fin de disminuir los costos de ejecución por m².

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, A., EL-EMAM, M., AHMAD, N. y ATTOM, M., 2024. Stabilization of Pavement Subgrade Clay Soil Using Sugarcane Ash and Lime. *Geosciences* [en línea], vol. 14, no. 6, DOI 10.3390/geosciences14060151. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/geosciences14060151>.
- ALBITES OCHOA, Briggett Medaly. 2022. Evaluation of the physical and mechanical properties of the subgrade with the addition of grape bagasse ash in the district of San Vicente de Cañete, Cañete, Lima - 2022. 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/7135>
- ARMAS, Y.V.N., ARROYO, J.A.V. y PÉREZ, S.P.M., 2022. Use of soil stabilizers: A review of the impact of shear and settlement. *Advances in Engineering Research* [online], vol. 19, no. 1, DOI 10.18041/1794-4953/avances.1.6856. Available at: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6856>.
- ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA (PIARC) 2023. Costos socio-económicos. Manual de Seguridad Vial - Disponible en: <https://roadsafety.piarc.org/es/perspectiva-estrategica-mundial/1-dimensiones-del-problema-de-la-seguridad-vial/costos-socio>.
- BRICHETTI, J.P., MASTRONARDI, L., RIVAS, M.E., SEREBRISKY, T. y SOLÍS, B., 2021. The infrastructure gap in Latin America and the Caribbean: Estimating investment needs through 2030 to make progress toward achieving the Sustainable Development Goals [online]. Available at: <https://doi.org/10.18235/0003759>.
- BISWAS, S., HUSSAIN, M. y SINGH, K.L., 2023. Behavior of Bamboo and Jute Geocell Overlaying Soft Subgrade under Repeated Wheel Loading. *Journal Of Materials in Civil Engineering* [en línea], vol. 36, no. 2, DOI 10.1061/jmcee7.mteng-16528. Disponible en: <https://doi.org/10.1061/jmcee7.mteng-16528>.
- BUCIO-TOLEDO, R.M. y FLORES-SANDOVAL, D.A., 2022. Recycled concrete fine aggregates and their influence on non-structural concrete. *PÄDI Scientific Bulletin of Basic Sciences and Engineering of the ICBI* [online], vol. 10, DOI 10.29057/icbi.v10iespecial7.9851. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icbi.v10iespecial7.9851>.
- CRISTOBAL, F. Y QUINTE, M. 2022 Subgrade stabilization with eucalyptus ashes, Piedra Parada tourist area, Concepción, Junín 2021. [Thesis to obtain the professional title of Civil Engineer, Professional Academic School of Civil Engineering, Continental University, Huancayo, Peru].

- DIARIO EL PUEBLO 2024. Rezagados en el Índice Global de infraestructura. Disponible en: <https://diarioelpueblo.com.pe/2024/12/31/rezagados-en-el-indice-global-de-infraestructura/>.
- ESQUIVEL, Y. H., & MARIÑOS, R. L. 2024. Application of asphalt emulsion and ground tires for subgrade stabilization in neighborhood 2A, El Porvenir district, Trujillo-2024 [bachelor's thesis, Universidad Privada del Norte]. Repository of the Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/40520>
- FUENTES MOLINA, NATALIA, JIMÉNEZ MENDOZA, KATERIN, OTERO AÑEZ, RICARD, UZURIAGA MARULANDA WILFRIDO. 2021. Aprovechamiento sostenible de residuos poliméricos como agregados del concreto: una revisión. *Interciencia* [en línea]. 2021, 46(6), 240-247[fecha de Consulta 22 de agosto de 2025]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33968022002>
- GHANIZADEH, A.R., SALEHI, M., MAMOU, A., KOUTRAS, E.I., JALALI, F. y ASTERIS, P.G., 2024. Investigation of Subgrade Stabilization Life-Extending Benefits in Flexible Pavements Using a Non-Linear Mechanistic-Empirical Analysis. *Infrastructures* [en línea], vol. 9, no. 2, DOI 10.3390/infrastructures9020033. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/infrastructures9020033>.
- GONZALO, G.M., DE LA CRUZ VEGA, S.A., NEYRA, C.S.V., RODRÍGUEZ, P.M.Y. y OLIVARES, W.M.R., 2023. Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Infraestructura Vial* [en línea], vol. 25, no. 44, DOI 10.15517/iv.v25i44.53569. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/iv.v25i44.53569>.
- GUPTA, G., SOOD, H. y GUPTA, P.K., 2024. Economic and Environmental Assessment of RBI Grade 81-Stabilized and Polyester Fibre-Reinforced Soil Subgrades: A Comparative Study of Experimental and Theoretical Approaches. *Indian Geotechnical Journal* [en línea], DOI 10.1007/s40098-024-00889-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40098-024-00889-7>.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. & MENDOZA, C 2023. Metodología de la Investigación. 2nd Edición. México: Editorial Mc Graw Hill Education, ISBN: 6071520312 · 9786071520319
- HERNÁNDEZ, J., MEJÍA, D. y ZELAYA, C. Mejora de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad

- Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Tesis (Título de Ingeniero Civil). El Salvador: Universidad de El Salvador, 2022.
- HUAMAN, J. K. 2023. Estabilización de subrasante incorporando cenizas de panca de maíz en porcentajes de 5%, 10% y 15% en vías de bajo tránsito. Cajamarca, 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/37150>
- IPSOS, 2023. Índice de Infraestructura Global 2023. Ipsos CIESMORI [en línea]. Disponible en: <https://ipsosciemori.com/indice-de-infraestructura-global-2023/>.
- KERERAT, C., KROEHONG, W., THAIPUM, S. y CHINDAPRASIRT, P., 2022. Bottom ash stabilized with cement and para rubber latex for road base applications. Case Studies in Construction Materials [en línea], vol. 17, DOI 10.1016/j.cscm.2022.e01259. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01259>.
- KUMAR, S. y SINGH, S.K., 2023. Subgrade soil stabilization using geosynthetics: A critical review. Materials Today Proceedings [en línea], DOI 10.1016/j.matpr.2023.04.266. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.266>.
- LIU, F., ZHENG, K., JIA, B., YANG, J. y WU, M., 2024. Shear modulus and damping ratio of granulated rubber-sand mixtures: Influence of relative particle size. Construction And Building Materials [en línea], vol. 427, DOI 10.1016/j.conbuildmat.2024.136205. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136205>.
- LOPERA-RODRÍGUEZ, J.A., ZULUAGA, M. y JARAMILLO-GARZÓN, J.A., 2021. Support Vector Machines for Biomarkers Detection in vitro and in vivo Experiments of Organochlorines Exposure. TecnoLógicas [en línea], vol. 24, no. 52, DOI 10.22430/22565337.2088. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.2088>.
- MAJUMDER, M. y VENKATRAMAN, S., 2021. Utilization of the Lime as Subgrade Stabilizer in Pavement Construction. Arabian Journal for Science and Engineering [en línea], vol. 47, no. 4, DOI 10.1007/s13369-021-06291-2. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13369-021-06291-2>.
- MISHRA, P., SHUKLA, S. y MITTAL, A., 2022. Stabilization of subgrade with expansive soil using agricultural and industrial By-products: A review. Materials Today Proceedings [en línea], vol. 65, DOI 10.1016/j.matpr.2022.04.397. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.397>.

- NIETO-BARBOSA, V., CUBILLOS-GONZÁLEZ, R., CARDOSO, G.T., NECKEL, A., NOVEGIL, F. y VINASCO, I.C., 2023. Statistical analysis of climate measurements for resilient design in social housing. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea], no. 38, DOI 10.7764/ric.00047.21. Disponible en: <https://doi.org/10.7764/ric.00047.21>.
- OSUOLALE, O.M., ARINKOOLA, A.O. y OLAWUYI, O.A., 2023. Performance evaluation of bamboo leaf ash and steel slag powder as alternative filler in asphaltic mixes. *Journal Of Engineering Research* [en línea], vol. 11, no. 4, DOI 10.1016/j.jer.2023.100117. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100117>.
- PAREDES, W. J. 2024. Influencia de diferentes cantidades de ceniza de hojas de bambú en propiedades físico-mecánicas de subrasante tramo Conache – Santo Domingo, Laredo, 2024 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/39661>
- PÉREZ, O.F.A., PINO, J.J.A., DIOSA, M.A. y CIRO, S.V., 2022. Emission factors of concrete modified with glass waste as a replacement for fine aggregates. *Ingeniare. Chilean Journal of Engineering* [online], vol. 30, no. 2, DOI 10.4067/s0718-33052022000200368. Available at: <https://doi.org/10.4067/s0718-33052022000200368>.
- PEREZ, S.P.M., MILLONES-CHAPOÑAN, M. y VILLANUEVA-MEZA, C.D., 2022. La Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar Como Aditivo Estabilizador en Suelos Arcillosos con Fines de Pavimentación: Una Revisión Literaria. *Ingeniería y Competitividad* [en línea], vol. 25, no. 1, DOI 10.25100/iyc.v25i1.11801. Disponible en: <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i1.11801>.
- PONCEC, J., 2024. Ositrán: Inversión en infraestructuras de transporte se acerca a los USD 1000 millones. *Energiminas* [en línea]. Disponible en: <https://energiminas.com/2024/12/26/ositran-inversion-en-infraestructuras-de-transporte-se-acerca-a-los-usd-1000-millones/>.
- RAULRYME, 2024. Ya está disponible el Road Safety Data Report y esto es lo que debes saber Ryme Worldwide. *Ryme* [en línea]. Disponible en: <https://www.ryme.com/noticias/ya-esta-disponible-el-oms-road-safety-data-report-y-esto-es-lo-que-debes-saber/>.
- SILVA, L.H.P., DE PAIVA, F.F.G., TAMASHIRO, J.R. y KINOSHITA, A., 2023. Potential of bamboo leaf ash as supplementary binder materials - A systematic

- literature review. Journal Of Building Engineering [en línea], vol. 71, DOI 10.1016/j.jobbe.2023.106547. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106547>.
- SOSAHAB, J.S., ARDAKANI, A. y HASSANLOURAD, M., 2023. Resilient response and strength of highly expansive clay subgrade stabilized with recycled concrete aggregate and granulated blast furnace slag. Construction And Building Materials [en línea], vol. 408, DOI 10.1016/j.conbuildmat.2023.133816. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133816>.
- SUN, B., ZHENG, L., LI, P., LI, X. y ZUO, Y., 2022. Modified natural rubber latex film-forming enhances bamboo scraps/magnesium oxychloride composites. Journal Of Building Engineering [en línea], vol. 63, DOI 10.1016/j.jobbe.2022.105506. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105506>.
- TANYILDIZI, M., UZ, V.E. y GÖKALP, İ., 2023. Utilization of waste materials in the stabilization of expansive pavement subgrade: An extensive review. Construction And Building Materials [en línea], vol. 398, DOI 10.1016/j.conbuildmat.2023.132435. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132435>.
- VAGESTAN, P.K., PERIYASAMY, M. y VASUGI, V., 2025. Applications of bamboo fiber and bamboo stem ash with styrene butadiene rubber in cement mortar for sustainable structural application. Scientific Reports [en línea], vol. 15, no. 1, Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-09337-9>.
- VELÁSQUEZ, C. Análisis de la Estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2022.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION: WHO, 2023. Traumatismos causados por el tránsito. [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- YANG, J., FENG, Z., GAO, Q., NI, L., HOU, Y., HE, Y. y LIU, Z., 2021. Ash thermochemical behaviors of bamboo lignin from kraft pulping: Influence of washing process. Renewable Energy [en línea], vol. 174, DOI 10.1016/j.renene.2021.04.036. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.04.036>.
- ZVONARIĆ, M., BARIŠIĆ, I. y DOKŠANOVIĆ, T., 2024. Effect of rubber granules and rubber threads on mechanical properties of cement-bound base course.

Construction And Building Materials [en línea], vol. 437, DOI
10.1016/j.conbuildmat.2024.137094. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137094>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
Problema general:	Hipótesis general:	Objetivo general:	
¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025?	Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	
Problemas específicos:	Hipótesis específicas:	Objetivos específicos:	
¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025?	Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 3% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	<p style="text-align: center;">V.I.</p> <p style="text-align: center;">Ceniza de bambú Caucho granulado</p> <p style="text-align: center;">D1: 3% de adición D2: 5% de adición D3: 8% de adición</p> <p style="text-align: center;">V.D.</p> <p style="text-align: center;">Capacidad de soporte</p>
¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025?	Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 5% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	
¿Cuál es la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025?	Existe influencia significativa de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	Determinar la influencia de la ceniza de bambú y caucho granulado al 8% de adición en la capacidad de soporte para estabilizar la subrasante en Vive Hogar Castilla en Piura, 2025.	

Diseño de investigación: Experimental propiamente dicho

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones
<p>Independiente: Ceniza de bambú y caucho granular</p>	<p>Ceniza de bambú Es un material puzolánico que se obtiene de la combustión controlada de tallos y hojas de bambú. Su principal componente es la sílice amorfa (SiO₂), que, al reaccionar con un activador de cal y agua, forma compuestos cementantes. (Yang et al. 2021).</p> <p>Caucho triturado Es un material granular obtenido de la trituración de neumáticos de desecho. No tiene propiedades cementantes. Su uso también contribuye al manejo sostenible de residuos (Zvonarić, Barišić y Dokšanović 2024).</p>	<p>Son medidos a través de las dosificaciones mediante las adiciones de 3%, 5% y 8%</p>	<p>3% de adición 5% de adición 8% de adición</p>
<p>Dependiente: Capacidad de soporte</p>	<p>La estabilización de la subrasante es un proceso fundamental cuyo propósito es mejorar las propiedades de ingeniería del suelo natural (la subrasante) para que pueda soportar las cargas aplicadas de manera más efectiva y duradera (Gonzalo et al. 2023)</p>	<p>La capacidad de soporte será evaluada con el ensayo de CBR, previo ensayo Proctor.</p>	<p>Capacidad de soporte</p>

Anexo 3: Panel Fotográfico
















PROYECTO DE TESIS
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION (PROYECTO DE TESIS (ASTM-400)
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU Y
CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACION
DE SOBRESANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN
LA ZONA VINE HOGAR CASTILLA, EN PIURA
2025.
SOLICITANTE: BACH. CHRISTOPHER MORALES BENITES
ENSAYOS: ASTM - D1122
ASTM - D4718
ASTM - D2216
ADICION: ASTM - D2482
0% 3% 5% 8%
FECHA: 27/09/25
ASTM - D1883
ASTM - D1557
ASTM - D3282
ASTM - C128
SUELO TIPO: C.L.


27 sept 2025 12:50:05 p.m.
Altitud: 31msnm
Número de índice: 6475

Anexo 4: Certificados de ensayos de laboratorio

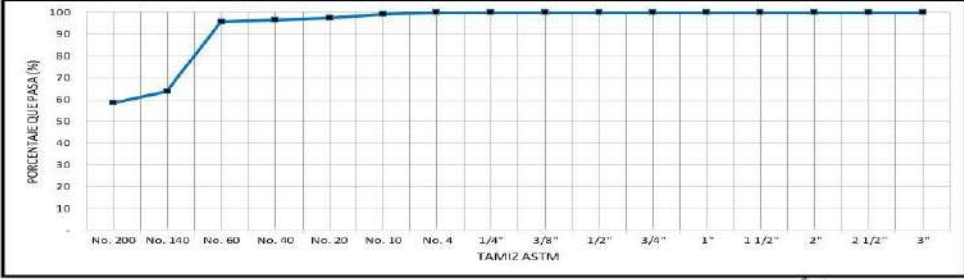


ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.









	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.00
	ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS ASTM D 422 / ASTM D 6913	Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GS
Fecha de Recepción: 15/09/2025 Fecha de Ensayo: 16/09/2025 Fecha de Emisión: 27/10/2025	N° EXPEDIENTE	03519-10-2025-ROAN / LEM - SUELOS
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE		
SOLICITANTE: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA:	LAB-ROAN-CEMB-CD1,C02,C03E-02M-01
PROYECTO: 'INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025'.	PROCEDENCIA:	C01, C02, C03 - CALLES VIVA HOGAR CASTILLA PROF: (0.90 - 1.50 mts)
MATERIAL: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREO POR:	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:
76.2	3"	0.00	-	-	100.0	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.
62.7	2 1/2"	0.00	-	-	100.0	
50.8	2"	0.00	-	-	100.0	
38.1	1 1/2"	0.00	-	-	100.0	
24.4	1"	0.00	-	-	100.0	% GRAVA: 0.0
19	3/4"	0.00	-	-	100.0	% ARENA: 41.6
12.7	1/2"	0.00	-	-	100.0	% FINOS: 58.4
9.51	3/8"	0.00	-	-	100.0	
6.35	1/4"	0.00	-	-	100.0	CONTENIDO DE HUMEDAD: 14.36
4.76	No. 4	0.00	-	-	100.0	
2	No. 10	5.47	1.1	1.1	98.9	LIMITES DE ATTERBERG
0.84	No. 20	6.97	1.4	2.5	97.5	LÍMITE LÍQUIDO: 30
0.42	No. 40	4.99	1.0	3.5	96.5	LÍMITE PLÁSTICO: 22
0.25	No. 60	4.46	0.9	4.4	95.6	IP: 8
0.149	No. 100	159.51	31.9	36.3	63.7	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
0.074	No. 200	26.42	5.3	41.6	58.4	SUCS: CL
	Fondo	292.18	58.4	100.0	0.0	ASHTO: A-4(3)
	Total	500.00				OBSERVACIONES
	Peso Inicial	500.00				



Yuri Katherine Chambi Santiago
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
JEFE DE CALIDAD
ING. DE MINAS
CIP: 345351

Ivan Arturo Rosillo Antón
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL REG. CIP: 196162
ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA.

951416170
roan.ingenieria@gmail.com
roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.01
	LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.	
	Versión: 01	
	Fecha: 19.08.2024	
Rev.: AA		
Aprob.: GG		

Fecha de Recepción	: 19/09/2025	N° Informe	: 03520-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 19/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/E-02/M-01
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA GENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025"	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 - CALLES VIVA HOGAR CASTILLA PROF: (0.30 - 1.50 mts)
NMATERIAL	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

INFORMACIÓN GENERAL

LÍMITES PLÁSTICO (ASTM D4318)		MUESTRA 1	MUESTRA 2
N° Recipiente	:	ROAN-01	ROAN-02
Peso de Recipiente (gr)	:	6.26	5.73
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	:	11.48	11.06
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	:	10.56	10.08
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	21.40%	22.53%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		I	II	III
N° Recipiente	-	ROAN-12	ROAN-01	ROAN-04
N° de Golpes	-	16	25	35
Peso de Recipiente	gr	25.95	26.01	25.91
Peso de recipiente + Suelo húmedo	gr	35.61	36.80	36.39
Peso de recipiente + Suelo Seco	gr	33.22	34.32	34.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.57%	29.84%	27.84%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO :	30
LÍMITE PLÁSTICO :	22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD :	8

YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE -BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.02
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Version: 01
	ASTM D 2216	Fecha: 19.08.2024
		Rev: AA
		Aprob.: GG

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	03521-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03E-02M-01
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA GENZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	C01, C02, C03- CALLES VMA HOGAR CASTILLA PROF. (0.30 - 1.50 mts)
MATERIAL	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Temperatura de secado	60°	-	110°	x
-----------------------	-----	---	------	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA TOTAL			
No. MUESTRA	M-01	-	-
No. RECIPIENTE	ROAN - 134	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra húmeda (g)	566	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra seca (g)	503.2	-	-
Peso de recipiente (g)	66	-	-
Peso de agua (g)	62.8	-	-
Peso del suelo seco (g)	437.2	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.36	-	-

YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE -BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



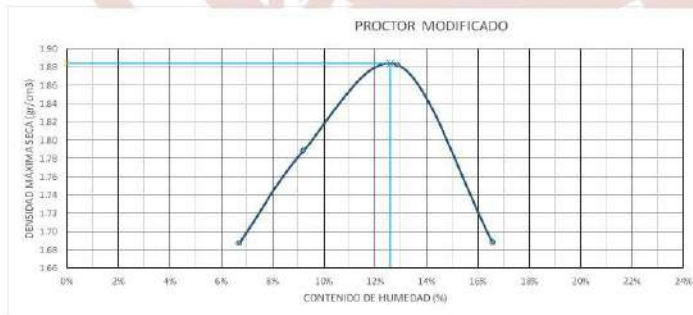
	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.03
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - ENERGÍA MODIFICADA		Version: 01
	ASTM D1557		Fecha: 19.08.2024
			Riv.: AA
Fecha de Recepción	15/09/2025	N° EXPEDIENTE	03S22-10-2025-ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	16/09/2025		
Fecha de Emisión	27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE			
SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/E-02/M-01
PROYECTO	'INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025'.	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 - CALLES VIVA HOGAR CASTILLA PROCF: (0.30 - 1.50 mts)
MATERIAL	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

N° Muestra	1	2	3	4
Peso Muestra + Molde (gr)	3880	6026	6190	6040
Peso de Muestra (gr)	1720	1866	2030	1880
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.80	1.95	2.12	1.97

N° Tara	ROAN - 167	ROAN - 08	ROAN - 130	ROAN - 142
Peso de Tara (gr)	49.0	90.4	98.0	96.6
Peso Suelo Húmedo + Tara (gr)	679.5	777.0	991.2	776.8
Peso Suelo Seco + Tara (gr)	639.8	719.1	889.1	679.9
Peso Suelo Seco (gr)	590.8	628.7	791.1	583.3
Contenido de Agua (gr)	39.7	57.9	102.1	96.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.72%	9.21%	12.91%	16.61%
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	1.69	1.79	1.88	1.69

MÉTODO DE ENSAYO		
"A"	"B"	"C"
X		
DIAMETRO DEL MOLDE		
4"	6"	Otros
X		
Volumen del molde (cm ³):		956
Peso del molde (gr):		4160
Altura interna molde (cm):		11.70
TEMPERATURA DE SECADO		
60	110	Estufa
	X	
Método de compactación:		Manual



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.884 (gr/cm ³)
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	12.6 %

Yuri Katherine Chambi Santiago
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



Ivan Arturo Rosillo Antón
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE -BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
 4

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		DPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Version: 01
			Fecha: 19.08.2024
			Rev.: All
Fecha de Recepción	15/08/2023	N° EXPEDIENTE	03623-19-2025- ROAN/LEM - SUELOS
Fecha de Emisión	27/05/2024		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE			
SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CBMS-C01 C02 C03E-02M (E1)
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA CEMSA DE BAMBUI Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACION DE SUBRABANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIAL HOGAR CASTILLA EN PUURA 2025"	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 - CALLES VIAL HOGAR CASTILLA PROF. (0.30 - 1.50 mts)
MATERIAL	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FRME, HUMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	VALISTREADO POR	PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

ENSAYO DE COMPACTACION						
Tamaño	N° 10 (%)	N° 40	N° 200 (%)	Método	Densidad Máxima	Humedad Óptima
Pasa #	100.0	59.8	5.1	"A"	1.084	12.6
LL / P	30 / 5	Clasificación	SiCS = CL			

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Goles por capa N°	16		25		36	
Condición de la muestra						
Peso húmedo de suelo + molde (g)	8288	8872	8872	8883	8883	8883
Peso de molde (g)	4147	4275	4275	4163	4163	4163
Peso del suelo húmedo (g)	4091	4297	4297	4520	4520	4520
Volumen del molde (cm³)	2132	2132	2132	2132	2132	2132
Densidad húmeda (g/cm³)	1.905	2.015	2.015	2.120	2.120	2.120
Recipiente (E1)	ROAN-139		ROAN-132		ROAN-131	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	519.39	621.86	621.86	649.39	649.39	649.39
Peso Recipiente + suelo seco	559.69	571.66	571.66	579.99	579.99	579.99
Peso Recipiente	87.86	96.79	96.79	88.46	88.46	88.46
Peso de agua (g)	56.70	69.89	69.89	60.40	60.40	60.40
Peso de suelo seco (g)	402.00	475.25	475.25	491.59	491.59	491.59
Contenido de humedad (%)	12.71	12.59	12.59	12.54	12.54	12.54
Densidad seca (g/cm³)	1.800	1.793	1.793	1.884	1.884	1.884

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión		Expansión		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%
29/05/2023	10:10:00 a. m.	96 hrs	0.750	6.4	0.620	5.3	0.630	4.1

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N° 01						MOLDE N° 02						MOLDE N° 03					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		mm	(kg)	kg/cm²	Leot. Diar	kg/cm²	corrección	% CBR	Leot. Diar	kg/cm²	corrección	% CBR	Leot. Diar	kg/cm²	corrección	% CBR			
0.600	0.300		0	0			0	0			0	0							
0.635	0.325		4	0			19	1			26	1							
1.270	0.650		12	1			37	2			52	3							
1.905	0.975		21	1			55	3			73	5							
2.540	1.190	1900	79	30	1	4.0	5.7	73	4	7.0	9.9	122	6	10.0		14.2			
3.175	0.150		17	2			706	5			171	9							
5.690	0.200	1500	106	32	3	7.0	6.6	139	7	19.9	9.5	225	11	15.0		14.2			
6.350	0.250		90	4			170	8			272	13							
7.620	0.300		99	5			199	10			316	15							
10.160	0.400		125	6			260	13			431	20							
12.700	0.500		154	8			317	16			491	24							

Yuri Chambi
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



Ivan Rosillo
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.

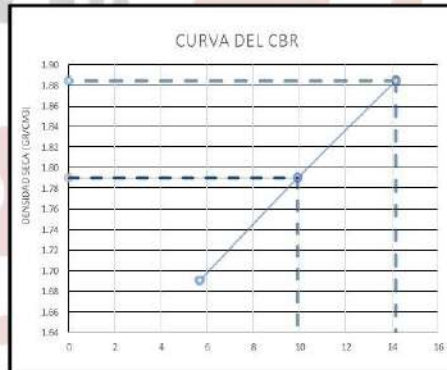
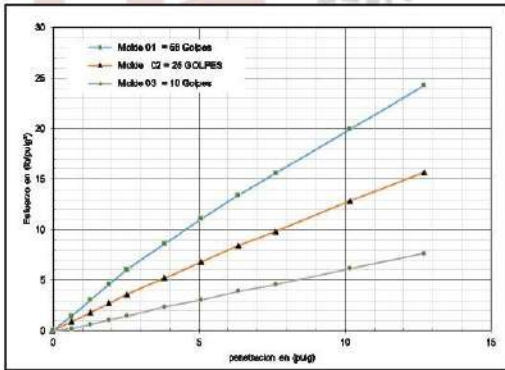


	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	15/09/2025	N° EXPEDIENTE	03823-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	18/09/2025		
Fecha de Emisión	27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03E-02M-01
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRUYLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBGRANITE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIEJO HOGAR CASTILLA, EN PIURA 2025".	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 - CALLES VIVI HOGAR CASTILLA PROF. (0.30 - 1.50 mts)
MATERIAL	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO	MUESTREO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

ESPECIMEN	NUMERO DE GOLPES	CBR %	DENSIDAD SECA (g/cm 3)	EXPANSIÓN	PENETRACIÓN (puig)	% M.D.S	CBR %
1	10	5.7	1.690	0	01	100	14
2	25	9.9	1.790	0	01	95	10
3	55	14.2	1.884	0			




YURY KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE -BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
roan.ingenieria@gmail.com
roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.05
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128		Versión: 02
			Fecha: 27.01.2025
			Rev.: AA
		Aprob.: GG	
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03524-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/E-02/M-01
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR, CASTILLA, EN PIURA, 2025.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 - CALLES VIVA HOGAR CASTILLA PROF. (0.30 - 1.50 mts)
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE LA MASA g/cm ³	2.44
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. g/cm ³	2.47
PESO ESPECIFICO APARENTE g/cm ³	2.52
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.32

YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE -BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



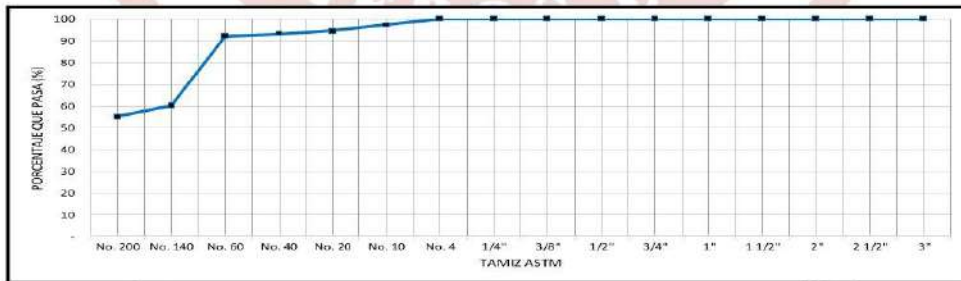
	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.00
	ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS	Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
	ASTM D 422 / ASTM D 6913	

Fecha de Recepción	15/09/2025	N° EXPEDIENTE	03525-10-2025-ROAN/LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	16/09/2025		
Fecha de Emisión	27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH, CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03ADICION 3%
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVEHO GAR CASTILLA, EN PIURA, 2025"	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E I.R.L.

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcelal (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:
76.2	3"	0.00	-	-	100.0	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.
62.7	2 1/2"	0.00	-	-	100.0	
50.8	2"	0.00	-	-	100.0	
38.1	1 1/2"	0.00	-	-	100.0	% GRAVA
24.4	1"	0.00	-	-	100.0	% ARENA
19	3/4"	0.00	-	-	100.0	% FINOS
12.7	1/2"	0.00	-	-	100.0	
9.51	3/8"	0.00	-	-	100.0	
6.35	1/4"	0.00	-	-	100.0	CONTENIDO DE HUMEDAD
4.76	No. 4	0.00	-	-	100.0	14.42
2	No. 10	13.71	2.7	2.7	97.3	LIMITES DE ATTERBERG
0.84	No. 20	13.43	2.7	5.4	94.6	LÍMITE LÍQUIDO
0.42	No. 40	8.85	1.4	6.8	93.2	LÍMITE PLÁSTICO
0.25	No. 60	6.15	1.2	8.0	92.0	IP
0.149	No. 140	158.56	31.7	39.7	60.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
0.074	No. 200	26.28	5.3	45.0	55.0	SUCS
	Fondo	275.02	55.0	100.0	0.0	ASHTO
	Total	500.00				CL
	Peso Inicial	500.00				ASHTO
						A-4(1)
						OBSERVACIONES




YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.01
	LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.	
	Versión: 01	
	Fecha: 19.08.2024	
Rev.: AA		Aprobu.: GG

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° Informe	: 03526-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 18/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/ADICION 3%
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
NMATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD. FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

INFORMACIÓN GENERAL

LÍMITES PLÁSTICO (ASTM D4318)		MUESTRA 1	MUESTRA 2
N° Recipiente	:	ROAN-01	ROAN-02
Peso de Recipiente (gr)	:	6.09	6.28
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	:	10.9	11.37
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	:	10.09	10.52
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	20.25%	20.05%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		I	II	III
N° Recipiente	-	ROAN-05	ROAN-10	ROAN-09
N° de Golpes	-	15	25	33
Peso de Recipiente	gr	26.23	26.26	26.43
Peso de recipiente + Suelo húmedo	gr	36.95	38.95	37.71
Peso de recipiente + Suelo Seco	gr	34.60	36.30	35.25
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.08%	26.39%	25.05%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO :	26
LÍMITE PLÁSTICO :	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD :	6

[Signature]
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



[Signature]
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.02
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión: 03
	ASTM D 2216	Fecha: 19.08.2024
		Rev.: AA
		Aprob.: GG

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	03627-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03 ADICIÓN 3%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Temperatura de secado	: 60°	-	110°	x
-----------------------	-------	---	------	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA TOTAL				
No. MUESTRA	: M-01	-	-	-
No. RECIPIENTE	: ROAN - 136	-	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra húmeda (g)	: 561.9	-	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra seca (g)	: 496.9	-	-	-
Peso de recipiente (g)	: 61.9	-	-	-
Peso de agua (g)	: 63	-	-	-
Peso del suelo seco (g)	: 437	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 14.42	-	-	-


YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.03
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - ENERGÍA MODIFICADA		Versión: 01
	ASTM D1557		Fecha: 19.08.2024
			Rev.: NA
			Aprob.: GG
Fecha de Recepción	: 15/03/2025	N° EXPEDIENTE	: (0628-16-2025-ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 19/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02,C03/ADICIÓN 3%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025"	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HUMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

N° Muestra	1	2	3	4	5
Peso Muestra + Molde (gr)	5881	6052	6126	6118	6054
Peso de Muestra (gr)	1721	1832	1966	1958	1894
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.80	1.98	2.06	2.05	1.98

N° Tara	ROAN - 144	ROAN - 136	ROAN - 138	ROAN - 142	ROAN - 131
Peso de Tara (gr)	97.2	100.2	66.0	96.8	93.4
Peso Suelo Humedo + Tara (gr)	715.4	685.5	664.2	664.2	582.4
Peso Suelo Seco + Tara (gr)	666.3	614.3	578.3	578.3	502.3
Peso Suelo Seco (gr)	569.1	514.1	512.3	481.5	408.9
Contenido de Agua (gr)	49.1	71.2	85.9	85.9	80.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.63%	13.85%	16.77%	17.84%	19.59%
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	1.86	1.74	1.76	1.74	1.86

MÉTODO DE ENSAYO		
"A"	"B"	"C"
X		
DIAMETRO DEL MOLDE		
4"	6"	Otros
X		
Volumen del molde (cm ³): 956		
Peso del molde (gr): 4160		
Altura interna molde (cm): 11.70		
TEMPERATURA DE SECADO		
60	110	Estufa
	X	
Método de compactación:		Manual



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)
1.762 (gr/cm ³)
HUMEDAD OPTIMA (%)
16.9 %

[Signature]
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



[Signature]
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	19/08/2024	Nº EXPEDIENTE	0328-16-2025-ROAN/LEM-SUELOS
Fecha de Ensayo	10/09/2024		
Fecha de Emisión	27/09/2024		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE			
SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENTES	MUESTRA	LAB ROAN-CEMB-001,082,023ADICIÓN 3%
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAHO Y CALCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIAL HOGAR CASTILLA EN PUURA 2025"	PROCEDECIA	CO1, CO2, CO3 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAHO Y CALCHO GRANULADO
MATERIAL	AROLLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Tamaño	Nº 10 (75)	Nº 40	Nº 200 (75)	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	
Peso %	100.0	99.8	91.1	Método	Densidad Máxima
LL / P	35 / 6	Clasificación	SUCS: CL	"A"	Humedad Óptima
					1.760
					16.9

Molde Nº	1		2		3	
	5		6		5	
Cargas por caja Nº	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso húmedo de suelo + molde (g)	8143	8456	8456	8555	8555	8555
Peso de molde (g)	4147	4273	4273	4363	4363	4363
Peso del suelo húmedo (g)	3996	4181	4181	4192	4192	4192
Volumen del molde (cm³)	2132	2132	2132	2132	2132	2132
Densidad húmeda (g/cm³)	1.874	1.961	1.961	1.961	1.961	1.961
Recipiente (Nº)	ROAN-12		ROAN-14		ROAN-16	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	534.86	561.39	561.39	565.26	565.26	565.26
Peso Recipiente + suelo seco	536.46	565.59	565.59	566.36	566.36	566.36
Peso Recipiente	59.30	57.30	57.30	56.40	56.40	56.40
Peso de agua (g)	74.40	85.40	85.40	75.70	75.70	75.70
Peso de suelo seco (g)	457.30	478.60	478.60	484.70	484.70	484.70
Contenido de humedad (%)	17.19	17.13	17.13	15.91	15.91	15.91
Densidad seca (g/cm³)	1.800	1.874	1.874	1.874	1.874	1.874

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Expansion		Expansion		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%
20/08/2025	12:10:00 a. m.	95 Hrs	0.720	6.2	0.590	5.1	0.440	3.8

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE Nº 01				MOLDE Nº 02				MOLDE Nº 03			
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
mm.	kgf/cm²	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR
0.900	0.009	0	0			0	0			0	0		
0.835	0.025	20	1			47	2			85	4		
1.270	0.050	51	3			100	5			170	8		
1.905	0.075	79	4			153	8			265	12		
2.540	0.100	100	5	0.0	11.4	269	10	13.0	18.5	317	16	18.8	27.0
3.810	0.150	161	8			300	15			467	23		
5.990	0.209	190	10	14.0	13.2	395	19	22.0	29.9	682	29	32.9	30.3
8.290	0.259	277	14			488	24			754	35		
7.520	0.309	309	16			570	28			923	41		
10.160	0.409	450	22			744	37			1030	51		
12.790	0.509	587	27			901	44			1223	60		

Yuri Chambi
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



Ivan Rosillo
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.

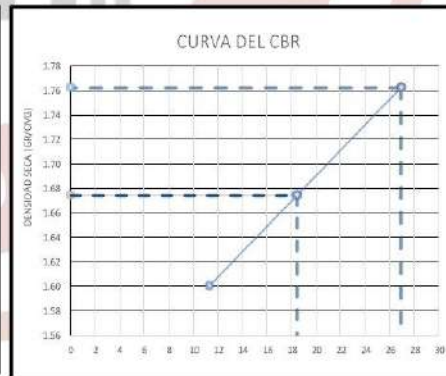
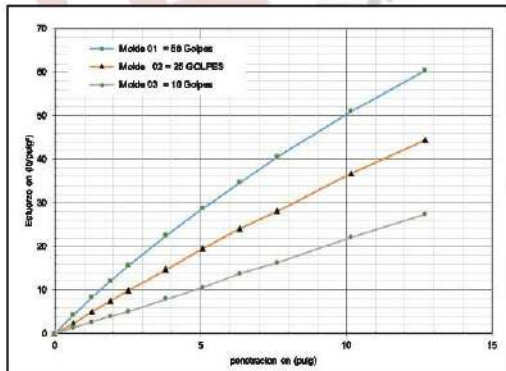


	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03208-10-2025-ROAN/LEM-SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH CHRISTOPHER ERNESTO MORALES BENTES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB-001,002,003 ADICION 3%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZAS DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA WASHOGAR CASTILLA, EN PIURA 2025"	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO.
MATERIAL	: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO, MARLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

ESPECIMEN	NUMERO DE GOLPES	CBR %	DENSIDAD SECA (gram 3)	EXPANSIÓN	PENETRACIÓN (pu/g)	% M.D.S	CBR %
1	10	11.4	1.600	0	D1	100	27
2	25	18.5	1.674	0	D1	95	18
3	56	27.0	1.762	0			



YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
6

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.05
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128		Versión: 02
			Fecha: 27.01.2025
			Rev.: AA
		Aprob.: GG	
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03530-10-2025-ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02,C03/ADICIÓN 3%
PROYECTO	: 'INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025'.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 : 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL : LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE LA MASA g/cm ³	2.45
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. g/cm ³	2.48
PESO ESPECIFICO APARENTE g/cm ³	2.53
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.21

YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
JEFE DE CALIDAD
ING. DE MINAS
CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL REG. CIP: 196162
ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

951416170
roan.ingenieria@gmail.com
roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.

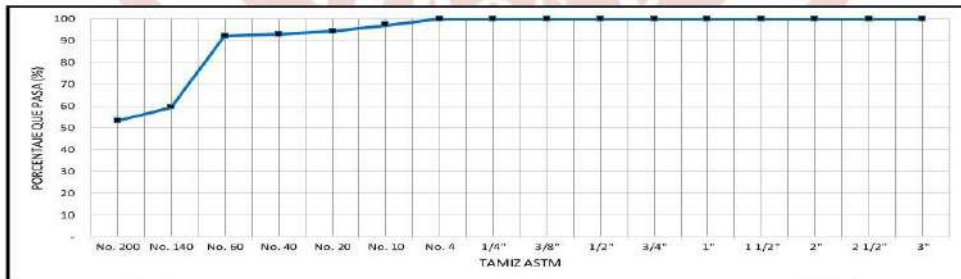


	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.00
	ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS ASTM D 422 / ASTM D 6913	Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG

Fecha de Recepción : 15/09/2025	N° EXPEDIENTE : 03831-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo : 16/09/2025	
Fecha de Emisión : 27/10/2025	

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE		
SOLICITANTE : BACH, CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA : LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/ADICIÓN 5%	
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZAS DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVIENDA CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA : C01, C02, C03 5% DE ADICIÓN DE CENIZAS DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO	
MATERIAL : ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR : PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.	

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:
76.2	3"	0.00	-	-	100.0	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO. % GRAVA : 0.0 % ARENA : 46.8 % FINOS : 53.2
62.7	2 1/2"	0.00	-	-	100.0	
50.8	2"	0.00	-	-	100.0	
38.1	1 1/2"	0.00	-	-	100.0	
24.4	1"	0.00	-	-	100.0	
19	3/4"	0.00	-	-	100.0	
12.7	1/2"	0.00	-	-	100.0	
9.51	3/8"	0.00	-	-	100.0	
6.35	1/4"	0.00	-	-	100.0	
4.76	No. 4	0.00	-	-	100.0	
2	No. 10	16.75	2.8	2.8	97.2	LIMITES DE ATTERBERG
0.84	No. 20	17.11	2.9	5.6	94.4	LÍMITE LÍQUIDO : 23
0.42	No. 40	7.92	1.3	7.0	93.0	LÍMITE PLÁSTICO : 19
0.25	No. 60	6.50	1.1	8.0	92.0	IP : 4
0.149	No. 140	195.12	32.5	40.6	59.4	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
0.074	No. 200	37.57	6.3	46.8	53.2	SUCS : CL
	Fondo	319.03	53.2	100.0	0.0	ASHTO : A-4(0)
	Total	600.00				OBSERVACIONES
	Peso Inicial	600.00				




YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.01
	LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.	
	Versión: 01	
	Fecha: 19.08.2024	
Rev.: AA		Aproba.: GG

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° Informe	: 03532-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 18/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

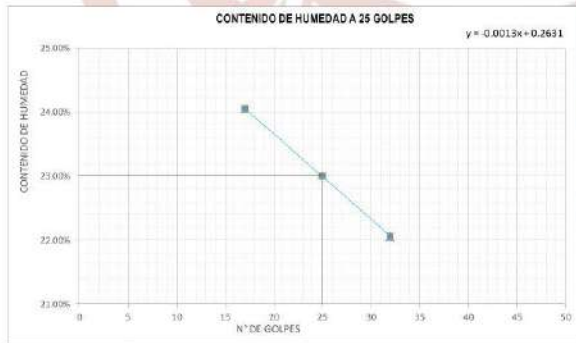
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02, C03/ADICION 5%
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
NMATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD. FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

INFORMACIÓN GENERAL

LÍMITES PLÁSTICO (ASTM D4318)		MUESTRA 1	MUESTRA 2
N° Recipiente	:	ROAN-01	ROAN-02
Peso de Recipiente (gr)	:	6.07	4.78
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	:	13.27	12.46
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	:	12.13	11.21
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	18.81%	19.44%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		I	II	III
N° Recipiente	-	ROAN-23	ROAN-14	ROAN-13
N° de Golpes	-	17	25	32
Peso de Recipiente	gr	47.07	47.32	46.09
Peso de recipiente + Suelo húmedo	gr	58.78	61.06	59.04
Peso de recipiente + Suelo Seco	gr	56.51	58.49	56.70
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.05%	23.01%	22.05%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO :	23
LÍMITE PLÁSTICO :	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD :	4

[Signature]
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



[Signature]
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.02
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión: 03
	ASTM D 2216	Fecha: 19.08.2024
		Rev.: AA
		Aprob.: GG

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	Nº EXPEDIENTE	03533-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03 ADICIÓN 5%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Temperatura de secado	: 60°	-	110°	x
-----------------------	-------	---	------	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA TOTAL				
No. MUESTRA	: M-01	-	-	-
No. RECIPIENTE	: ROAN - 131	-	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra húmeda (g)	: 696.5	-	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra seca (g)	: 617.8	-	-	-
Peso de recipiente (g)	: 96.5	-	-	-
Peso de agua (g)	: 80.7	-	-	-
Peso del suelo seco (g)	: 519.3	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 15.54	-	-	-


YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
3

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.03
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - ENERGIA MODIFICADA ASTM D1557		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 0354-10-2025-ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE			
SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/ADICIÓN 5%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

N° Muestra	1	2	3	4
Peso Muestra + Molde (gr)	5447	5563	5643	5600
Peso de Muestra (gr)	1768	1884	1964	1921
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.88	2.01	2.09	2.05

N° Tara	ROAN - 05	ROAN - 09	ROAN - 163	ROAN - 08
Peso de Tara (gr)	94.8	95.2	49.0	90.7
Peso Suelo Humedo + Tara (gr)	795.3	860.0	828.0	853.1
Peso Suelo Seco + Tara (gr)	724.1	760.0	707.0	719.0
Peso Suelo Seco (gr)	629.3	664.8	658.0	628.3
Contenido de Agua (gr)	71.2	100.0	121.0	134.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.31%	15.04%	18.39%	21.34%
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	1.69	1.74	1.77	1.69

MÉTODO DE ENSAYO		
"A"	"B"	"C"
X		
DIAMETRO DEL MOLDE		
4"	6"	Otros
X		
Volumen del molde (cm ³): 939		
Peso del molde (gr): 3679		
Altura interna molde (cm): 11.70		
TEMPERATURA DE SECADO		
60	110	Estufa
	X	
Método de compactación: Manual		



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.769 (gr/cm ³)
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	17.9 %


YURY KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: BG
Fecha de Recepción: 19/08/2024 Fecha de Ensayo: 16/09/2024 Fecha de Emisión: 27/09/2024	N° EXPEDIENTE:		0335-16-2025-ROAN/LEM-SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE			
SOLICITANTE:	BACH, CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENTES	MUESTRA:	LAB ROAN-CEMB-001,082,023ADICIÓN 5%
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAHO Y CALCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIEJO HOGAR CASTILLA, EN PUURA 2025"	PROCEDENCIA:	CO1, CO2, CO3 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAHO Y CALCHO GRANULADO
MATERIAL:	AROLLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR:	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Tamaño		N° 10 (%)	N° 40	N° 200 (%)	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	
Pasa %		100.0	99.8	91.1	Método	Densidad Máxima
LL / P	23 / 4		Clasificación	SUCS: CL	"A"	Humedad Óptima
						1.789
						17.9

Molde N°	1		2		3	
	6		25		56	
Capas N°	10		25		56	
Gabera por capa N°	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso húmedo de agua + molde (g)	8167	8588	8588	8512	8512	8512
Peso de molde (g)	4147	4275	4275	4163	4163	4163
Peso del suelo húmedo (g)	4020	4313	4313	4349	4349	4349
Volumen del molde (cm³)	2132	2132	2132	2132	2132	2132
Densidad húmeda (g/cm³)	1.886	1.985	1.985	2.047	2.047	2.047
Recipiente (N°)	ROAN-01		ROAN-02		ROAN-03	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	632.86	613.59	613.59	597.36	597.36	597.36
Peso Recipiente + suelo seco	524.78	534.29	534.29	512.26	512.26	512.26
Peso Recipiente	96.20	93.70	93.70	94.60	94.60	94.60
Peso de agua (g)	78.10	79.70	79.70	75.10	75.10	75.10
Peso de suelo seco (g)	426.60	446.60	446.60	417.36	417.36	417.36
Contenido de humedad (%)	18.33	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Densidad seca (g/cm³)	1.995	1.981	1.981	1.789	1.789	1.789

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Expansion		Expansion		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%
20/08/2025	12:10:00 a. m.	95 Hrs	0.887	3.8	0.550	4.7	0.370	3.2

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03				
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm.	kgf/cm²	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	
0.900	0.009	0	0			0	0			0	0			
0.835	0.025	19	1			43	2			76	4			
1.270	0.050	40	2			91	0			163	7			
1.905	0.075	80	5			134	7			205	10			
2.540	0.100	1000	70	93	8.0	11.4	179	9	13.0	17.9	267	13	18.8	
3.810	0.150		139	7		254	15			377	19			
5.990	0.209	1500	195	189	9	12.9	11.4	322	16	19.0	19.9	477	24	27.9
8.290	0.299		228	12		408	20			574	28			
7.520	0.309		281	14		478	23			653	32			
10.160	0.409		380	19		614	30			825	41			
12.790	0.509		517	23		751	37			974	48			

YURY KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.

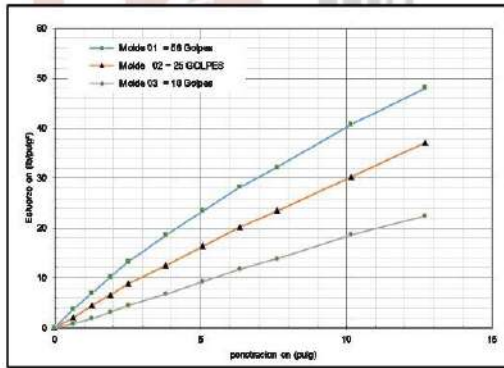


	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03036-10-2025-ROAN/LEM-SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/09/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH CHRISTOPHER ERNELO MORALES BENITES	MUESTRA	: LNE-ROAN-CEMB-001.D02.D03ADICIÓN 5%
PROYECTO	: *INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIEJO HOGAR CASTILLA, EN PIURA 2025.	PROCEDENCIA	: C01, D02, C03 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD FRÍE, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

ESPECIMEN	NUMERO DE GOLPES	CBR %	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	EXPANSIÓN	PENETRACION (pulg)	% M.D.S	CBR %
1	10	11.4	1.595	0	01	100	23
2	25	17.0	1.661	0	01	95	17
3	56	22.7	1.769	0			



YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
6

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.05
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128		Versión: 02
			Fecha: 27.01.2025
			Rev.: AA
		Aprob.: GG	
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03536-10-2025-ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02,C03/ADICIÓN 5%
PROYECTO	: 'INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025'.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 : 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL : LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE LA MASA g/cm ³	2.48
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. g/cm ³	2.51
PESO ESPECIFICO APARENTE g/cm ³	2.55
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.14


YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



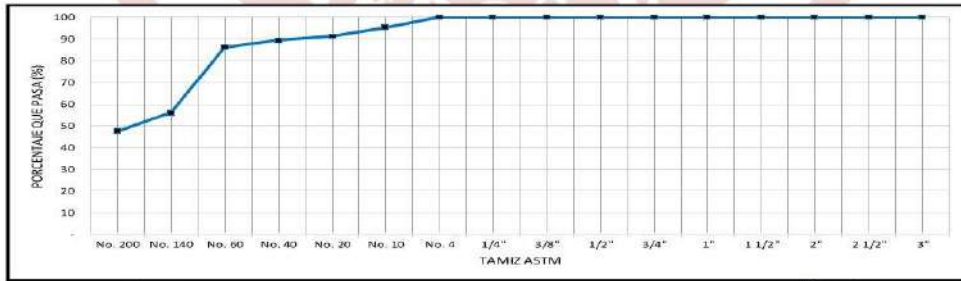
	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.00
	ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS	Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
	ASTM D 422 / ASTM D 6913	

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03537-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03/ADICIÓN 8%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVIENDA CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 8% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONA, TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:
76.2	3"	0.00	-	-	100.0	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.
62.7	2 1/2"	0.00	-	-	100.0	
50.8	2"	0.00	-	-	100.0	
38.1	1 1/2"	0.00	-	-	100.0	
24.4	1"	0.00	-	-	100.0	
19	3/4"	0.00	-	-	100.0	
12.7	1/2"	0.00	-	-	100.0	
9.51	3/8"	0.00	-	-	100.0	
6.35	1/4"	0.00	-	-	100.0	
4.76	No. 4	0.00	-	-	100.0	
2	No. 10	28.28	4.7	4.7	95.3	LIMITES DE ATTERBERG
0.84	No. 20	24.87	4.1	8.9	91.1	LÍMITE LÍQUIDO
0.42	No. 40	10.68	1.8	10.6	89.4	LÍMITE PLÁSTICO
0.25	No. 60	18.76	3.1	13.8	86.2	IP
0.149	No. 140	181.50	30.3	44.0	56.0	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
0.074	No. 200	50.78	8.5	52.5	47.5	SUCS
	Fondo	285.15	47.5	100.0	0.0	ASHTO
	Total	600.00				OBSERVACIONES
	Peso Inicial	600.00				




YURY KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.01
	LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.	
	Versión: 01	
	Fecha: 19.08.2024	
Rev.: AA		Aprob.: GG

Fecha de Recepción : 15/09/2025	N° Informe : 03538-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo : 18/09/2025	
Fecha de Emisión : 27/10/2025	

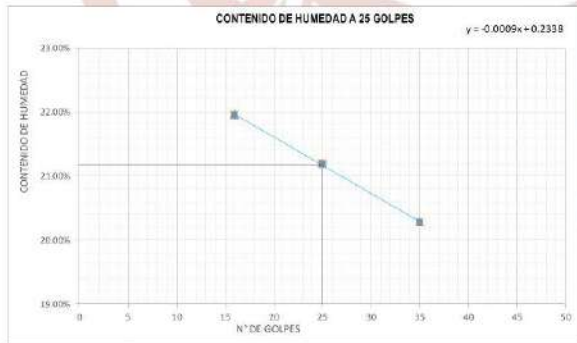
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02, C03/ADICION 8%
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 8% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
NMATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD. FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L

INFORMACIÓN GENERAL

LÍMITES PLÁSTICO (ASTM D4318)		MUESTRA 1	MUESTRA 2
N° Recipiente	:	ROAN-01	ROAN-02
Peso de Recipiente (gr)	:	5.73	6.26
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	:	13.53	14.27
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	:	12.27	12.07
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	18.27%	19.37%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		I	II	III
N° Recipiente	-	ROAN-18	ROAN-17	ROAN-24
N° de Golpes	-	18	25	35
Peso de Recipiente	gr	47.48	46.21	46.57
Peso de recipiente + Suelo húmedo	gr	64.09	65.98	63.89
Peso de recipiente + Suelo Seco	gr	61.10	62.44	60.97
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.95%	21.20%	20.26%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO :	21
LÍMITE PLÁSTICO :	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD :	2

[Signature]
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



[Signature]
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
 2

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS	OPER-IN-03.02
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión: 03
	ASTM D 2216	Fecha: 19.08.2024
		Rev.: AA
		Aprob.: GG

Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	03639-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	LAB-ROAN-CEMB-C01,C02,C03 ADICIÓN 8%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	C01, C02, C03 8% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Temperatura de secado	: 60°	-	110°	x
-----------------------	-------	---	------	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA TOTAL				
No. MUESTRA	: M-01	-	-	-
No. RECIPIENTE	: ROAN - 140	-	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra húmeda (g)	: 702.8	-	-	-
Peso de recipiente + Peso de muestra seca (g)	: 651.6	-	-	-
Peso de recipiente (g)	: 102.8	-	-	-
Peso de agua (g)	: 51.2	-	-	-
Peso del suelo seco (g)	: 548.8	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.33	-	-	-

YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.03
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - ENERGIA MODIFICADA ASTM D1557		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03540-10-2025- ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02,C03/ADICIÓN 8%
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025".	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 8% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

N° Muestra	1	2	3	4
Peso Muestra + Molde (gr)	5402	5533	5600	5538
Peso de Muestra (gr)	1723	1854	1921	1859
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.83	1.97	2.05	1.98

N° Tara	ROAN - 138	ROAN - 143	ROAN - 130	ROAN - 137
Peso de Tara (gr)	94.5	97.5	98.1	94.6
Peso Suelo Humedo + Tara (gr)	865.7	916.5	999.2	967.2
Peso Suelo Seco + Tara (gr)	782.9	806.8	861.7	812.9
Peso Suelo Seco (gr)	688.4	709.3	763.6	718.3
Contenido de Agua (gr)	82.8	109.7	137.5	154.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.03%	15.47%	18.01%	21.48%
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm3)	1.84	1.71	1.73	1.63

MÉTODO DE ENSAYO		
"A"	"B"	"C"
X		
DIAMETRO DEL MOLDE		
4"	6"	Otros
X		
Volumen del molde (cm3): 939		
Peso del molde (gr): 3679		
Altura interna molde (cm): 11.70		
TEMPERATURA DE SECADO		
60	110	Estufa
	X	
Método de compactación: Manual		



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.738 (gr/cm3)
HUMEDAD OPTIMA (%)	17.5 %

[Signature]
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



[Signature]
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
 4

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: BG
Fecha de Recepción	19/08/2024	Nº EXPEDIENTE	0341-062025-ROAN/LEM-SUELOS
Fecha de Ensayo	16/09/2024		
Fecha de Emisión	27/09/2024		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE			
SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENTES	MUESTRA	LAB ROAN-CEMB-001,082,023ADICION 8%
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAHO Y CALCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIEJO HOGAR CASTILLA, EN PIURA 2023"	PROCEDENCIA	CO1, CO2, CO3 8% DE ADICION DE CENIZA DE BAHO Y CALCHO GRANULADO
MATERIAL	AROLLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HUMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREADO POR	PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L

Tamaño		Nº 10 (5)	Nº 40	Nº 200 (5)	ENSAYO DE COMPACTACION	
Pasa %		100.0	99.8	91.1	Método	Humedad Óptima
LL / P	21 / 2		Clasificación	SUCS: CL	Densidad Máxima	1.730
						17.8

Molde Nº	1		2		3	
	5		6		5	
Capas Nº	10		25		56	
Capas por capa Nº	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso húmedo de suelo + molde (g)	8084	8415	8415	8591	8591	8591
Peso de molde (g)	4347	4273	4273	4163	4163	4163
Peso del suelo húmedo (g)	3737	4142	4142	4428	4428	4428
Volumen del molde (cm³)	2132	2132	2132	2132	2132	2132
Densidad húmeda (g/cm³)	1.754	1.942	1.942	2.078	2.078	2.078
Recipiente (Nº)	ROAN-11		ROAN-13		ROAN-15	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	500.26	506.29	506.29	502.56	502.56	502.56
Peso Recipiente + suelo seco	515.66	523.69	523.69	527.36	527.36	527.36
Peso Recipiente	93.10	94.80	94.80	92.79	92.79	92.79
Peso de agua (g)	75.20	75.00	75.00	75.50	75.50	75.50
Peso de suelo seco (g)	410.60	428.80	428.80	436.50	436.50	436.50
Contenido de humedad (%)	17.91	17.52	17.52	17.37	17.37	17.37
Densidad seca (g/cm³)	1.866	1.891	1.891	1.938	1.938	1.938

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Expansion		Expansion		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%
20/08/2025	12:10:00 a. m.	95 Hrs	0.837	4.8	0.380	3.3	0.240	2.1

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE Nº 01				MOLDE Nº 02				MOLDE Nº 03			
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
mm.	kgf/cm²	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR	Lect. Dial	kgf/cm²	corrección	% CBR
0.900	0.009	0	0			0	0			0	0		
0.835	0.025	6	0			18	1			32	2		
1.270	0.050	10	0			37	2			67	3		
1.905	0.075	14	1			53	3			102	5		
2.540	0.100	18	1	3.0	4.3	79	3	6.8	8.5	135	7	9.0	12.8
3.810	0.150	27	1			98	5			168	10		
5.080	0.200	35	2	7.0	8.5	127	8	9.0	8.5	256	13	18.0	15.1
6.350	0.250	44	2			156	8			376	16		
7.520	0.300	50	2			185	9			520	18		
10.160	0.400	63	3			239	11			673	23		
12.790	0.500	72	4			278	14			971	28		

Yuri Katherine Chambi Santiago
YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



Ivan Arturo Rosillo Antón
IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.

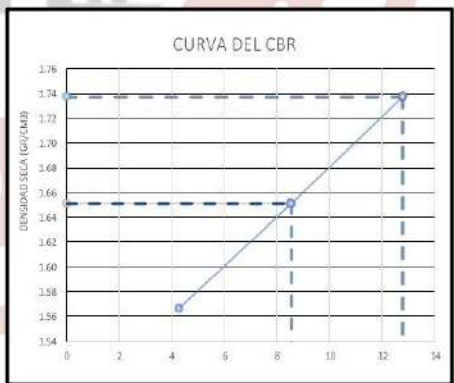
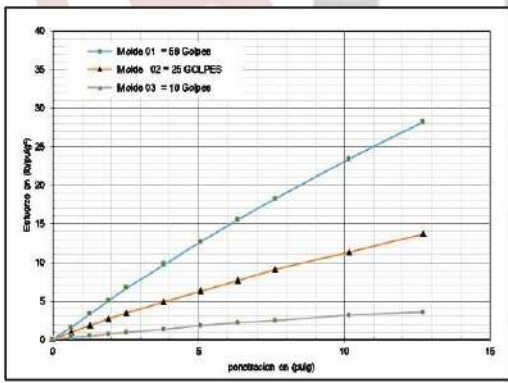


	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.04
	ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión: 01 Fecha: 19.08.2024 Rev.: AA Aprob.: GG
Fecha de Recepción	15/09/2025	Nº EXPEDIENTE	0384110-0025-ROAN/LEM-SUELOS
Fecha de Ensayo	16/09/2025		
Fecha de Emisión	27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH. CHRISTOPHER ERINLOO MORALES BENITES	MUESTRA	L/B-ROAN-CEMB-001,002,003 ADICIÓN 8%
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA CENIZAS DE BAMBU Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA URB. HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2022".	PROCEDENCIA	001, 002, 003 8% DE ADICIÓN DE CENIZAS DE BAMBU Y CAUCHO GRANULADO.
MATERIAL	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FRÍE, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREO POR	PERSONAL TÉCNICO DEL LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

ESPECIMEN	NUMERO DE GOLPES	CBR %	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	EXPANSIÓN	PENETRACION (pulg)	% M.D.S	CBR %
1	10	4.3	1.568	0	01	100	13
2	25	6.5	1.651	0	01	95	9
3	56	12.8	1.738	0			




YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351




IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL REG. CIP: 196162
 ACI Certificación ID: 02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
6

951416170
roan.ingenieria@gmail.com
roan.ingenieros@hotmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



	INFORME DE SUELOS		OPER-IN-03.05
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128		Versión: 02
			Fecha: 27.01.2025
			Rev.: AA
		Aprob.: GG	
Fecha de Recepción	: 15/09/2025	N° EXPEDIENTE	: 03542-10-2025-ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Ensayo	: 16/09/2025		
Fecha de Emisión	: 27/10/2025		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. CHRISTOPHER ERNILDO MORALES BENITES	MUESTRA	: LAB-ROAN-CEMB- C01,C02,C03/ADICIÓN 8%
PROYECTO	: 'INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE PARA LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA VIVE HOGAR CASTILLA, EN PIURA, 2025'.	PROCEDENCIA	: C01, C02, C03 : 8% DE ADICIÓN DE CENIZA DE BAMBÚ Y CAUCHO GRANULADO
MATERIAL	: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, FIRME, HÚMEDO, COLOR PARDO AMARILLENTO.	MUESTREO POR	: PERSONAL TÉCNICO DEL : LABORATORIO ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE LA MASA g/cm ³	2.22
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. g/cm ³	2.25
PESO ESPECIFICO APARENTE g/cm ³	2.28
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.09

YURI KATERINE CHAMBI SANTIAGO
 JEFE DE CALIDAD
 ING. DE MINAS
 CIP: 345351



IVAN ARTURO ROSILLO ANTÓN
 JEFE DE LABORATORIO
 ING.CIVIL REG.CIP: 196162
 ACI Certificación ID:02233723

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA.
7

951416170
 roan.ingenieria@gmail.com
 roan.ingenieros@hotmail.com

Anexo 5: Reporte de Turnitin






7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad




N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Fuentes principales

5%	 Fuentes de Internet
0%	 Publicaciones
6%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	
	hdl.handle.net	1%
2	Internet	
	repositorio.uct.edu.pe	<1%
3	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2024-01-09	<1%
4	Internet	
	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
5	Trabajos del estudiante	
	PREGRADO on 2026-02-12	<1%
6	Internet	
	repositorio.uroosevelt.edu.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2018-11-29	<1%
8	Trabajos del estudiante	
	Universidad Politécnica del Perú on 2025-01-21	<1%
9	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-10	<1%
10	Internet	
	repositorio.ulasamericas.edu.pe	<1%
11	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2023-06-27	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-14	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2026-02-25	<1%
14	Trabajos del estudiante	University of the Andes on 2025-02-10	<1%
15	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
16	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo on 2026-02-09	<1%
18	Internet	bibliotecavirtual.clacso.org.ar	<1%
19	Internet	docs.google.com	<1%
20	Internet	ipsoclesmori.com	<1%
21	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2024-10-03	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo on 2026-02-09	<1%
23	Internet	repositorio.xoc.uam.mx	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2021-06-30	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria de la Selva on 2025-12-18	<1%

26	Internet	
jurnal.stikescendekiautamakudus.ac.id		<1%
<hr/>		
27	Internet	
repositorio.uss.edu.pe		<1%

Anexo 6: Trunitin IA

*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltarán en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

