

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



**COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL  
SUELO ESTABILIZADO CON CENIZAS DE TUSA DE MAÍZ  
PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES EN AYACUCHO,  
2025**

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

**AUTOR**

Br. Duran Rivera, Orlando

<https://orcid.org/0000-0001-7886-021X>

**ASESOR**

Ms. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Territorio, suelos y ambiente

**TRUJILLO - PERÚ**

**2026**

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Ms. Ing. Henry Alexander Chipana Saldaña

Yo, Ms. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña con DNI N° 71475477 como asesor del trabajo de investigación titulado “COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO ESTABILIZADO CON CENIZAS DE TUSA DE MAÍZ PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES EN AYACUCHO, 2025”, desarrollado por el egresado Br. Orlando Duran Rivera con DNI N° 71771856, afirmo que dicho trabajo cumple con los requisitos técnicos y científicos, que están en línea con las regulaciones definidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo "Benedicto XVI", así como en las reglas para la entrega de trabajos de titulación del Departamento de Ingeniería y Arquitectura. De modo que, para que los jurados designados por la facultad mencionada evalúen lo presentado, autorizo su presentación ante el organismo correspondiente.



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

---

Ms. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

DNI: 71475477

## **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 VALVERDE ZAVALA**

Vicerrectora académica

**DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO**

Vicerrectora de Investigación

**MG. HENRY CHIPANA SALDAÑA**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN**

Secretaria General

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo con profundo afecto y sincera gratitud a mis padres, Demetrio Durand Canales y Eugenia Paulina Felicitas Rivera Escobar, quienes con su amor, dedicación y ejemplo han sido la base sólida sobre la cual he construido mis sueños y aspiraciones. Su sacrificio constante y su apoyo incondicional me han impulsado a perseverar en los momentos más difíciles, enseñándome el valor del esfuerzo, la honestidad y la responsabilidad. Sin ellos, nada de esto habría sido posible.*

*A mis hermanos, Zulma, Gladys, Segundinho, Freddy y Ronald Durand Rivera, les agradezco por ser siempre una fuente de apoyo y compañerismo. Cada uno ha contribuido de manera especial a mi crecimiento personal y profesional, brindándome ánimo, consejos y momentos de alegría que han hecho más llevadero este camino. La unión y el cariño familiar han sido para mí un refugio y una motivación constante.*

*Asimismo, dedico este logro a mi novia, Lourdes Huicho Miguel, cuyo amor, paciencia y comprensión han sido un pilar fundamental durante todo este proceso. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su fe en mis capacidades me han inspirado a seguir adelante con confianza y determinación. Agradezco su presencia constante, que ha hecho que cada desafío se convierta en una oportunidad para crecer juntos.*

*A todos ustedes, mi familia y mi compañera de vida, les entrego este logro con el corazón lleno de gratitud y reconocimiento, pues su compañía y respaldo han sido esenciales para alcanzar esta meta. Esta dedicatoria es un pequeño homenaje a su importancia en mi vida y un reflejo del compromiso que tengo con seguir honrándolos en cada paso que dé.*

*Orlando Duran Rivera*

*Autor*

## AGRADECIMIENTO

*Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo. En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres, Demetrio Durand Canales y Eugenia Paulina Felicitas Rivera Escobar, por su amor incondicional, por enseñarme con su ejemplo y por brindarme el respaldo necesario para enfrentar cada reto. Su confianza en mí fue una fuente constante de motivación.*

*A mis hermanos, Zulma, Gladys, Segundinho, Freddy y Ronald Durand Rivera, les agradezco por su apoyo constante, sus palabras de ánimo y por ser un pilar fundamental en mi vida personal y académica. Su presencia ha sido un sostén indispensable en este proceso.*

*También agradezco a mi novia, Lourdes Huicho Miguel, por su paciencia, comprensión y acompañamiento en cada etapa de esta investigación. Su apoyo emocional y su aliento fueron esenciales para superar los momentos difíciles.*

*Finalmente, extiendo mi gratitud a las instituciones académicas y a todos los docentes que brindaron sus conocimientos, orientación y recursos, permitiendo que este proyecto se llevara a cabo con rigor y calidad. Sin el aporte de cada uno de ellos, este logro no habría sido posible. A todos, mi reconocimiento y agradecimiento sincero.*

*Orlando Duran Rivera*

*Autor*

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Orlando Duran Rivera con DNI N° 71771856, egresado del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “Comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con cenizas de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025”, el cual consta de un total de 179 páginas, incluyendo 14 tablas y 15 figuras, así como 118 páginas en anexos.

Certifico la originalidad y veracidad de la investigación citada y testifico, bajo juramento y en acatamiento a los principios éticos, que el contenido del documento es completamente mío en lo que respecta a su redacción, organización, metodología y diagramación. Además, me comprometo a que los principios teóricos están adecuadamente respaldados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier descuido involuntario en la mención de autores.

En esta línea, declaro que en el trabajo actual las herramientas de inteligencia artificial solo se han utilizado para perfeccionar la redacción y rectificar errores de gramática y sintaxis, sin que esto haya tenido impacto en la creación del contenido, el análisis o la interpretación de los hallazgos del estudio.

Asimismo, admito que asumiré toda la responsabilidad por cualquier violación a los derechos de autor que provenga de este trabajo, incluyendo las implicaciones legales y académicas que se puedan generar según lo estipulado por la normativa vigente.

El autor



---

Orlando Duran Rivera  
DNI: 71771856

## ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD .....	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	6
ÍNDICE.....	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. METODOLOGÍA .....	36
2.1. Enfoque y tipo de investigación .....	36
2.2. Diseño metodológico .....	36
2.3. Población y muestra.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	37
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	38
2.6. Aspectos éticos en la investigación .....	39
III. RESULTADOS.....	41
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES .....	53
VI. RECOMENDACIONES .....	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Propiedades químicas de la tusa de maíz</i> .....	23
<b>Tabla 2</b>	<i>Propiedades físicas de la tusa de maíz</i> .....	24
<b>Tabla 3</b>	<i>Propiedades de la estabilización de suelos</i> .....	26
<b>Tabla 4</b>	<i>Propiedades granulométricas del suelo</i> .....	27
<b>Tabla 5</b>	<i>Propiedades de cimentaciones</i> .....	32
<b>Tabla 6</b>	<i>Propiedades del agua en la construcción</i> .....	34
<b>Tabla 7</b>	<i>Propiedades químicas</i> .....	35
<b>Tabla 8</b>	<i>Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 5%</i> .....	41
<b>Tabla 9</b>	<i>Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 10%</i> .....	43
<b>Tabla 10</b>	<i>Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 15%</i> .....	44
<b>Tabla 11</b>	<i>Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 20%</i> .....	46
<b>Tabla 12</b>	<i>Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 25%</i> .....	48
<b>Tabla 13</b>	<i>Matriz de consistencia</i> .....	62
<b>Tabla 14</b>	<i>Operacionalización de variables</i> .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Tusa de maíz</i> .....	23
<b>Figura 2</b>	<i>Estabilización de suelos</i> .....	25
<b>Figura 3</b>	<i>Límites de Atterberg</i> .....	27
<b>Figura 4</b>	<i>Granulometría del suelo</i> .....	28
<b>Figura 5</b>	<i>Clasificación SUCS del suelo</i> .....	29
<b>Figura 6</b>	<i>Clasificación AASHTO del suelo</i> .....	30
<b>Figura 7</b>	<i>Ensayo Proctor Modificado</i> .....	31
<b>Figura 8</b>	<i>Cimentaciones</i> .....	32
<b>Figura 9</b>	<i>Tipos de cimentaciones</i> .....	33
<b>Figura 10</b>	<i>Cemento</i> .....	34
<b>Figura 11</b>	<i>Comportamiento del suelo con 5% de cenizas de tusa de maíz</i> .....	42
<b>Figura 12</b>	<i>Comportamiento del suelo con 10% de cenizas de tusa de maíz</i> .....	44
<b>Figura 13</b>	<i>Comportamiento del suelo con 15% de cenizas de tusa de maíz</i> .....	45
<b>Figura 14</b>	<i>Comportamiento del suelo con 20% de cenizas de tusa de maíz</i> .....	47
<b>Figura 15</b>	<i>Comportamiento del suelo con 25% de cenizas de tusa de maíz</i> .....	49

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la línea de innovación y desarrollo de proyectos de la UCT y tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la ceniza de tusa de maíz en la estabilización de suelos para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025. Se empleó una metodología de enfoque cuantitativo, con diseño experimental y corte transversal. Los ensayos se realizaron en suelo natural y en mezclas con 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 % de ceniza de tusa de maíz. En las propiedades físicas, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14.00 % en el suelo natural a 13.10 % con 15 % de adición y hasta 11.85 % con 25 %, mientras que la máxima densidad seca aumentó de 1.78 g/cm<sup>3</sup> a 1.90 g/cm<sup>3</sup> con 15 %, reduciéndose posteriormente a 1.81 g/cm<sup>3</sup> y 1.76 g/cm<sup>3</sup> con porcentajes mayores. Asimismo, el índice de plasticidad se redujo de 19.90 % a 17.24 % con 15 %, evidenciando menor potencial expansivo, y la densidad máxima alcanzó 18.99 kN/m<sup>3</sup> con el mismo porcentaje. En las propiedades mecánicas, la cohesión se mantuvo cercana a 28 kN/m<sup>2</sup> hasta el 15 %, mientras que el ángulo de fricción aumentó de 4° a 8.4°. La carga admisible se incrementó de 0.77 kg/cm<sup>2</sup> en el suelo natural a 0.88 kg/cm<sup>2</sup> con 15 % de ceniza, disminuyendo posteriormente con porcentajes mayores. En conclusión, el 15% de ceniza de tusa de maíz representa el contenido óptimo de estabilización, ya que mejora la compactación, reduce la plasticidad y aumenta la capacidad de soporte del suelo para su aplicación en cimentaciones.

**Palabras claves:** Ceniza de tusa de maíz, estabilización de suelos, propiedades físicas y mecánicas del suelo, capacidad portante, cimentaciones.

## ABSTRACT

Innovation and project development line of UCT, corn cob ash on soil stabilization for building foundations in Ayacucho, 2025. A quantitative methodological approach was used, with an experimental design and cross-sectional scope. Tests were carried out on natural soil and on mixtures containing 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% corn cob ash. Regarding physical properties, the optimum moisture content decreased from 14.00% in natural soil to 13.10% with 15% addition and up to 11.85% with 25%, while  $1.78 \text{ g/cm}^3$  to  $1.90 \text{ g/cm}^3$  with 15%, later decreasing to  $1.81 \text{ g/cm}^3$  and  $1.76 \text{ g/cm}^3$  at higher percentages. Likewise, the plasticity index decreased from 19.90% to 17.24% with 15%, indicating a lower expansion potential, and the maximum density reached  $18.99 \text{ kN/m}^3$  at the same percentage. Regarding mechanical properties, cohesion remained close to  $28 \text{ kN/m}^2$  up to 15%, while the friction angle increased from  $4^\circ$  to  $8.4^\circ$ . The allowable bearing capacity increased from  $0.77 \text{ kg/cm}^2$  in natural soil to  $0.88 \text{ kg/cm}^2$  with 15% ash, decreasing afterward with higher percentages. In conclusion, 15% corn cob ash represents the optimal stabilization content, as it improves compaction, reduces plasticity, and increases the soil bearing capacity for foundation applications.

**Keywords:** Corn husk ash, soil stabilization, soil physical and mechanical properties, bearing capacity, foundations.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, debido a la necesidad creciente de asegurar cimentaciones seguras y duraderas en diversos tipos de terrenos. La urbanización acelerada y la expansión de la infraestructura han impulsado la búsqueda de materiales y técnicas innovadoras que permitan mejorar las propiedades mecánicas y físicas del suelo, reduciendo costos y promoviendo prácticas sostenibles (Chang et al., 2020). En este contexto, se ha incrementado el interés por el aprovechamiento de residuos agrícolas como aditivos para la estabilización, contribuyendo a la sociedad. En América Latina, esta problemática adquiere particular relevancia debido a la heterogeneidad geológica y las condiciones climáticas que afectan la estabilidad de los suelos. Regiones con alta presencia de suelos expansivos o de baja capacidad portante han enfrentado dificultades significativas en el diseño y construcción de cimentaciones seguras, lo que ha derivado en fallas estructurales, sobrecostos y riesgos para la población (Giunta, 2020). La insuficiente implementación de técnicas convencionales, muchas veces costosas o ambientalmente invasivas, ha impulsado la exploración de alternativas que integren recursos locales, generando un interés creciente en el uso de materiales orgánicos residuales. En el contexto peruano, y específicamente en la región de Ayacucho, la problemática se intensifica debido a las condiciones particulares de los suelos, que presentan variabilidad en su composición y baja estabilidad, factores que afectan la seguridad y durabilidad de las edificaciones (Khan et al., 2020). La región ha reportado un aumento del 15 % en la incidencia de daños estructurales atribuibles a fallas en la cimentación durante la última década, lo que refleja la necesidad de soluciones adecuadas para la estabilización del suelo. En este escenario, la utilización de la ceniza de tusa de maíz, residuo agroindustrial abundante en la zona, emerge como una opción prometedora para mejorar las propiedades del suelo mediante técnicas sostenibles y económicas. La problemática radicaba en la falta de estudios rigurosos que analizaran la influencia de la ceniza de tusa de maíz en la estabilización de suelos para cimentaciones, limitando su aplicación práctica y la generación de protocolos técnicos adaptados a las condiciones locales. Esta ausencia de conocimiento científico impedía la incorporación de este material en normativas y guías de construcción, restringiendo el potencial beneficio ambiental y económico. La explotación inadecuada de los suelos sin estabilización incrementaba la vulnerabilidad de las estructuras, generando costos adicionales por reparaciones, así como riesgos para la seguridad de las edificaciones.

Asimismo, esta investigación se vinculaba directamente con los ODS, en particular con el ODS 9, que impulsa la edificación de infraestructuras resistentes y la industrialización sostenible, así como el ODS 12, centrado en un consumo y producción responsables. La integración de residuos agrícolas como la ceniza de tusa de maíz en procesos constructivos contribuye a la reducción de desechos, fomenta el uso eficiente de recursos y disminuye el impacto ambiental asociado a materiales convencionales (Castellanos & Rodríguez, 2022).

Presentándose el problema general a continuación: ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025? Y los siguientes problemas específicos: Primero ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 5% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?, Segundo ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 10% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?, Tercero ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 15% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?, Cuarto ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 20% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?, Quinto ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 25% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?.

Justificación: La justificación de una investigación explica la relevancia y el impacto del estudio, destacando la problemática abordada, la importancia de sus resultados y los beneficios que aporta en el ámbito científico, social, económico o tecnológico. Se fundamenta en la necesidad de generar conocimiento, resolver un problema específico o mejorar un proceso, indicando cómo contribuirá al avance de la disciplina y quiénes se beneficiarán de sus hallazgos. Además, establece la originalidad del estudio y su pertinencia en el contexto actual, respaldando la viabilidad y el propósito de la investigación (Andreasen et al. 2022).

La justificación teórica radica porque busca la necesidad de reforzar los conocimientos disponibles diseño estructural de cimentaciones con arcilla expansiva y ceniza de tusa de maíz en las edificaciones, para una mejor comprensión de estas variables. La justificación metodológica sugiere un instrumento de medición (guía de

observación, muestreo, pruebas de laboratorio) aceptable para recabar información útil sobre las variables investigadas, por lo que ofrece apoyo para futuras investigaciones sobre este tema. En cuanto a la justificación práctica, se justifica por la aplicación de las normativas RNE E.050 Suelos y Cimentaciones, que presenta un requerimiento estricto para la elaboración del estudio de mecánica de suelos y de los informes técnicos, es importante desarrollarla y difundirla a todos los profesionales implicados en la ejecución y proyectos relacionados, para que se convierta en una práctica en la ejecución de la obra. Finalmente, la justificación social Se justifica por que busca lograr el vinculado a la seguridad y la calidad de la construcción, por lo que está previsto diseñar una cimentación que cumpla los criterios definidos del RNE. Evidentemente, esto supone la creación de una infraestructura segura, lo que repercutirá significativamente en la calidad de vida de las personas que decidan renovar o construir sus viviendas.

Se formuló el objetivo general: Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025. Los objetivos específicos fueron: Primero Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 5% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025. Segundo Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 10% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025. Tercero Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 15% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025. Cuarto Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 20% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025. Quinto Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 25% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.

Descripción de los antecedentes internacionales: Okeke et al. (2024) en Kent – Inglaterra, autores del artículo publicado por la Revista Avances Híbridos: *“Una revisión de los materiales de construcción a base de mazorca de maíz como solución sustentable para la industria de la edificación y la construcción”*, realizaron una revisión sistemática de 33 investigaciones publicadas entre 2000 y 2023, con el objetivo de evaluar las aplicaciones y el potencial de la tusa de maíz y su ceniza como materiales sostenibles en la construcción. Se identificaron nueve usos principales, entre ellos el aislamiento térmico y acústico, con valores de conductividad térmica que varían entre 0.058 y 0.081 W/(m·K)

y densidades aparentes de 74.6 a 100.4 kg/m<sup>3</sup>, comparables a materiales comerciales como el poliestireno expandido. En estabilización de suelos, se reportaron aumentos en la resistencia a compresión no confinada (UCS) de hasta 497 kN/m<sup>2</sup> a los 28 días de curado con la adición de ceniza de tusa, mientras que la proporción óptima para estabilización de suelos lateríticos fue del 4 % en peso, logrando un índice de soporte de California (CBR) del 94 %. Como agregado en concreto ligero, la resistencia a compresión de mezclas con hasta 30 % de reemplazo parcial de cemento por ceniza de tusa alcanzó valores cercanos a 25.68 MPa a 28 días, aunque niveles superiores a 10 % mostraron disminuciones en la trabajabilidad y resistencia post curado. En cuanto a propiedades mecánicas de composites, la incorporación de hasta 8 % en peso de tusa mejoró el módulo de Young en un 21.26 % y la resistencia a la compresión en un 22.22 %, además de reducir el coeficiente de fricción en un 35 %. La producción de tableros con tusa mostró una reducción del 18 % en el potencial de calentamiento global respecto a tableros tradicionales de madera. Estos resultados demuestran que la tusa de maíz, debido a su alta disponibilidad global y bajo impacto ambiental, representa una alternativa prometedora para aplicaciones no estructurales y de aislamiento en construcción, aunque persisten limitaciones en resistencia mecánica para usos estructurales. Este antecedente aporta a la investigación en curso al fundamentar la viabilidad técnica y ambiental de la tusa en la estabilización de suelos, estableciendo parámetros cuantitativos claves para la evaluación de su influencia en cimentaciones en Ayacucho 2025, alineando la propuesta con los objetivos de reducción de emisiones y economía circular a nivel global y local.

Cobos & Posligua (2024) en Quito – Ecuador, autores del estudio publicado por la Universidad Estatal del Sur de Manabí: “Análisis de la capacidad portante del suelo para cimentación de obras civiles sector céntrico sitio Los Bajos del Pechiche, Montecristi”, tuvieron como objetivo evaluar las características físicas y mecánicas de los suelos locales y determinar su aptitud para cimentaciones superficiales. Los resultados mostraron que el suelo presentaba una humedad natural promedio de 34.7 %, una gravedad específica de 2.65 y un peso unitario seco de 1.42 g/cm<sup>3</sup>, con un índice de plasticidad de 19.8 %. De acuerdo con la clasificación SUCS, los suelos fueron identificados como arcillas de alta plasticidad (MH) y limos orgánicos (OL), mientras que bajo el sistema AASHTO correspondieron a los grupos A-7-5 y A-7-6, característicos de materiales de baja calidad para cimentaciones. En cuanto a la resistencia al corte, se obtuvo un ángulo de fricción interna que varió entre 18° y 21°, acompañado de una cohesión promedio de 0.25 kg/cm<sup>2</sup> (25 kPa), lo que refleja una baja capacidad de soporte.

De esta manera, la investigación proporciona parámetros cuantitativos y específicos que contribuyen a reducir riesgos de asentamientos diferenciales y fallas estructurales en futuras edificaciones en el sector céntrico de Los Bajos del Pechiche.

Phongthorn et al. (2024) en Phitsanulok – Tailandia, autores del estudio publicado por la Revista Informes Científicos: “Evaluación de residuos de carburo de calcio y cenizas volantes como aglutinantes sostenibles para la estabilización de suelos con loess respetuosa con el medio ambiente”, El estudio analizó la incorporación de residuos industriales, específicamente residuos de carburo de calcio y cenizas volantes de carbón, como ligantes alternativos en materiales cementicios, con el propósito de reducir el volumen de desechos y minimizar las emisiones de carbono. Se evaluó la composición química de estos materiales y su potencial para reacciones puzolánicas, determinándose una relación óptima de  $\text{Ca} / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$  igual a 1.5 en las materias primas. A partir de este valor, se variaron las proporciones de los materiales, con relaciones  $\text{CaO} / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$  entre 0.9 y 1.7, para estudiar su efecto en la resistencia a compresión de pastas y morteros. La mezcla con la relación 1.5 mostró la mayor resistencia a compresión después de largos periodos de curado, lo que motivó su aplicación en la estabilización de suelos tipo loess con adiciones entre 10 % y 25 % en peso. Análisis mineralógicos y microestructurales revelaron la formación de varios productos derivados de reacciones más allá de las puzolánicas tradicionales, que contribuyeron a la mejora de la resistencia mecánica. Durante las pruebas de estabilidad, la resistencia a compresión no confinada del suelo estabilizado se mantuvo estable tras seis ciclos de humedecimiento y secado, aunque presentó disminución después de doce ciclos debido a la aparición de microfisuras. Estos resultados indican que las mezclas diseñadas con base en la interacción química entre residuos de carburo de calcio y cenizas volantes pueden ofrecer una solución sostenible y eficaz para la estabilización de suelos, con potencial para transformar las prácticas constructivas al integrar materiales residuales en procesos de mejoramiento del suelo.

Fernández et al. (2022) en La Habana – Cuba, autores del artículo publicado por Research Gate: “Influencia de los aditivos de ceniza de bagazo de caña y escoria de alto horno al suelo”, con el objetivo de evaluar el comportamiento de un suelo natural tratado con subproductos industriales y agrícolas como estabilizantes. Se trabajó con muestras de suelo a las que se adicionaron porcentajes de ceniza de bagazo de caña (10 % y 30 %) y escoria de alto horno (25 % y 35 %), evaluándose parámetros físicos y mecánicos mediante ensayos estandarizados. Los resultados mostraron que la adición de ceniza

redujo el peso específico seco máximo de 1.65 g/cm<sup>3</sup> a valores de 1.48 y 1.42 g/cm<sup>3</sup> y aumentó la absorción capilar en más del 20 %, lo que repercutió en una disminución de la capacidad portante. En contraste, la incorporación de escoria produjo mejoras significativas en la resistencia, con incrementos de hasta 15 % en el índice CBR y un aumento en el peso unitario seco máximo hasta 1.72 g/cm<sup>3</sup>, además de reducir la absorción capilar y mejorar la densificación. Estos resultados permitieron concluir que, aunque la ceniza de bagazo aporta beneficios parciales en la granulometría, la escoria de alto horno constituye un aditivo más eficiente para estabilización de suelos, ofreciendo un mejor desempeño mecánico y mayor potencial para su aplicación en cimentaciones.

Erwanto et al. (2021) en Célebes Meridional – Indonesia, autores del estudio publicado por la Revista Serie de conferencias del IOP: Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente: “Estudio de mejora del suelo mediante permiso, ceniza de maíz y silicato de sodio.”, El estudio investigó el impacto de la baja capacidad portante del suelo sobre la integridad de las construcciones, manifestándose en daños como levantamiento de cimientos, grietas y desplazamientos en vías. La investigación empleó métodos experimentales de laboratorio utilizando muestras de suelo recolectadas en Lembang Tondon Siba'ta, distrito de Tondon. Se incorporaron aditivos locales, tales como ceniza de tusa de maíz procedente de Sa'dan Marante, silicato de sodio obtenido químicamente, y fibra de palma de Buntu Tagari, para evaluar sus efectos en las características físicas y la capacidad portante del suelo. Los ensayos compararon el suelo natural con mezclas que contenían silicato de sodio mostraron mejoras aún mayores, evidenciando la efectividad de estos materiales en la estabilización del suelo y el fortalecimiento de su capacidad de soporte, contribuyendo así a la mitigación de daños en estructuras construidas sobre suelos con baja resistencia.

Descripción del contexto o los antecedentes nacionales: Martínez & Cabrejos (2024) en Amazonas – Perú, autores de la tesis publicada por la Universidad Nacional de Jaén: “Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado - Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023”, evaluaron el mejoramiento con cenizas de tusa de maíz (CCA). Se trabajó con muestras extraídas de seis calicatas distribuidas a lo largo de 6 km, clasificándose los suelos principalmente como arcillosos (CL). Se adicionaron porcentajes de 2 %, 4 % y 6 % de ceniza de tusa, obteniendo que el índice de plasticidad disminuyó significativamente de un valor promedio inicial de 21.62 a 16.87 %, 14.02 % y 11.52 %, respectivamente, lo que indica una reducción de la plasticidad del suelo hacia una clasificación de plasticidad media. Además, el índice de

soporte California Bearing Ratio (CBR) mejoró de un valor inicial bajo de 2.23 % hasta 6.38 % con la adición del 6 %, lo que representa un avance de suelo inadecuado a uno con capacidad regular para subrasantes. Se observaron incrementos en el contenido de humedad y variaciones en el porcentaje de finos, arena y grava, que reflejan la interacción del suelo con la ceniza como estabilizante. Estos resultados demuestran que la adición de hasta 6 % de ceniza de tusa de maíz mejora sustancialmente las propiedades mecánicas y físicas del suelo, optimizando su capacidad de soporte para uso en carreteras. Esta investigación contribuye al conocimiento sobre el uso de residuos agrícolas locales para estabilización de suelos, ofreciendo una mejora con condiciones similares, como la región Amazonas en Perú.

Torres (2022) en Cuzco – Perú, autor del estudio publicado por la Universidad César Vallejo: “Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022”, tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz (CRM) en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco, durante el año 2022. Mientras que la muestra consistió en dicho material sometido a diferentes incorporaciones de CRM en proporciones del 0 %, 3 %, 6 % y 12 %, seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico. La técnica utilizada fue la observación, registrando los datos en fichas de observación y ensayos que sirvieron como instrumentos para la recolección de información. Los resultados de los ensayos de laboratorio mostraron que la dosificación óptima correspondió al 6 % de CRM, con 77.61 % al 100 % DMS, una variación mínima en el índice de plasticidad que pasó de 5.07 % a 6.73 %, así como una reducción en el contenido óptimo de humedad y prácticamente sin cambios en la densidad máxima seca. En conclusión, la adición de ceniza de rastrojo de maíz aportó mejoras significativas a las propiedades del afirmado, consolidándose como una alternativa viable para la estabilización de suelos en vías rurales de trochas carrozables en la zona de Oropesa, Cusco, en 2022.

Carranza & Gavidia (2022) en Cajamarca – Perú, autores del artículo publicado por la Universidad Nacional Autónoma de Cajamarca: “Mejoramiento de la capacidad portante del suelo adicionando 2, 8 y 14% de ceniza de panca de maíz en la comunidad de Agaisbamba, Chota - 2022”, evaluaron experimentalmente la influencia de dicho residuo agrícola en las propiedades mecánicas de los suelos locales. El estudio incluyó ensayos normalizados de caracterización y resistencia, determinando que los suelos sin adición presentaban una humedad natural del 28.4 %, una gravedad específica de 2.61,

un peso unitario seco de  $1.46 \text{ g/cm}^3$  y un índice de plasticidad de  $17.6 \%$ , clasificándose como arcillas limosas de plasticidad intermedia (CL) según SUCS y como A-7-5 en la clasificación AASHTO, condiciones que limitan su uso en cimentaciones superficiales. Tras el tratamiento con  $8 \%$  de ceniza de panca de maíz se alcanzaron mejoras significativas, registrándose un incremento en la resistencia al corte con un ángulo de fricción interna de  $24^\circ$  y cohesión de  $0.32 \text{ kg/cm}^2$  ( $32 \text{ kPa}$ ), así como un aumento de la capacidad portante calculada mediante Terzaghi y Meyerhof, que varió entre  $1.8$  y  $2.3 \text{ kg/cm}^2$  ( $180 - 230 \text{ kPa}$ ). Los resultados confirmaron que la adición óptima de ceniza agrícola mejora la calidad geotécnica del suelo, reduciendo su compresibilidad y aumentando su resistencia, lo que la convierte en una alternativa sostenible y de bajo costo para el mejoramiento de cimentaciones en zonas rurales.

Quispe (2021) en Huancayo – Perú, autor de la tesis publicada por la Universidad Nacional del Centro del Perú: “Estabilización de suelos arcillosos con adición de cal y cenizas de cáscara de cebada, centro poblado de Palián distrito de Huancayo 2021”, utilizaron cenizas de cáscara de cebada en combinación con cal hidratada como aditivo puzolánico. A estas se les adicionaron diferentes proporciones de cal y ceniza, evaluándose sus propiedades. En cuanto a la resistencia, el ángulo de fricción interna se incrementó de  $19.27^\circ$  a  $25.17^\circ$ , la cohesión disminuyó de  $0.14$  a  $0.05 \text{ kg/cm}^2$  y la capacidad admisible del suelo aumentó de  $0.82$  a  $1.52 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el índice de compresión bajó de  $0.182$  a  $0.087$  y los asentamientos de consolidación se redujeron de  $2.88 \text{ cm}$  a  $0.34 \text{ cm}$ , demostrando que la combinación de estos aditivos mejora significativamente las propiedades geotécnicas de los suelos arcillosos.

Polinario (2021) en Arequipa – Perú, autor de la tesis de pregrado publicado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: “Mejoramiento del suelo con clasificación SUCS GC-GM mediante la adición de ceniza volcánica en la ciudad de Arequipa”, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición de ceniza volcánica en diferentes proporciones ( $5 \%$ ,  $7 \%$ ,  $9 \%$ ,  $11 \%$  y  $13 \%$ ) sobre un suelo de clasificación GC-GM según SUCS, utilizado como referencia para cimentación y pavimentación. El estudio consideró la aplicación de ensayos de laboratorio con el fin de comparar el desempeño de las muestras tratadas frente a la muestra patrón. Los resultados mostraron que la adición de  $5 \%$  de ceniza volcánica incrementó la capacidad portante a  $7.53 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa un aumento del  $13 \%$  respecto al suelo natural. Con  $7 \%$  de adición, la capacidad portante alcanzó  $15.7 \text{ kg/cm}^2$ , con un incremento del  $135 \%$ , mientras que con  $9 \%$  fue de  $13.73 \text{ kg/cm}^2$ , equivalente a un  $105 \%$  más que la referencia. La proporción de  $11 \%$  obtuvo los

mejores resultados, con 16.09 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento del 141 %, en tanto que con 13 % la capacidad portante fue de 14.66 kg/cm<sup>2</sup>, es decir, 119 % superior a la muestra sin aditivo. Estos resultados evidencian que la incorporación controlada de ceniza volcánica mejora significativamente las características del suelo, identificándose el 11 % como la dosificación más favorable para fines de estabilización con vistas a cimentación o pavimentación.

Descripción del contexto o los antecedentes locales: Quijano & Valdivia (2021) en Ayacucho – Perú, autores de la tesis publicada por la Universidad César Vallejo: “Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspatá - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021”, tuvo como objetivo evaluar la mejora del índice de soporte California Bearing Ratio (CBR) en el año 2021, utilizando dos estabilizadores: ceniza de carbón y tusa de maíz. La metodología consistió en aplicar ambos estabilizadores por separado en porcentajes del 15 %, 20 % y 25 %, con el fin de determinar cuál de ellos resultaba más eficiente para mejorar la capacidad portante del suelo. Inicialmente se realizó un ensayo granulométrico, con los cuales se efectuaron los límites de Atterberg. Posteriormente, se aplicó el ensayo Proctor para obtener el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca, parámetros necesarios para la realización del ensayo de CBR, que permitió determinar la resistencia del suelo con y sin aditivos. Los resultados obtenidos en los ensayos indicaron cambios en la plasticidad y en el contenido de humedad óptimo, asociados a la adición de los estabilizadores. Finalmente, se compararon los valores de CBR del suelo natural con aquellos obtenidos tras la incorporación de aditivos, evaluando cuál proporción y estabilizador presentaron mejores resultados. Este análisis permitió validar las hipótesis planteadas en la matriz de consistencia, confirmando la efectividad de los estabilizadores para su uso en vías rurales de la región.

Canaza (2024) en Ayacucho – Perú, autor de la tesis publicada por la Universidad César Vallejo: “Adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso, tramo San Francisco - Santa Rosa, Ayacucho 2024”, tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de la adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en las propiedades físico-mecánicas de un suelo arcilloso en el tramo San Francisco – Santa Rosa, Ayacucho, durante el año 2024. Con 21 kilómetros del tramo vial, seleccionándose una muestra de 3 kilómetros mediante un muestreo no probabilístico. La recolección de datos se realizó a través de la observación sistemática. Los resultados indicaron que la incorporación del 9 % de CBCA

produjo una reducción significativa del índice de plasticidad (IP), que disminuyó de 13.4 % a 9.1 %, lo que representa una variación del -32.09 % con respecto al suelo natural. Asimismo, la máxima densidad seca (MDS) aumentó de 1.921 gr/cm<sup>3</sup> a 2.089 gr/cm<sup>3</sup>, con un incremento del 8.75 %, mientras que el óptimo contenido de humedad (OCH) creció de 11.9 % a 14.7 %, representando un aumento del 23.5 %. Por otro lado, el índice de soporte California Bearing Ratio (CBR) al 100 % mejoró notablemente, pasando de 9.2 % en el suelo natural a 17.45 % con la adición de cenizas. En conclusión, la adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar tuvo un efecto positivo en las propiedades físico-mecánicas del suelo arcilloso, evidenciando su potencial como estabilizante para mejoramiento de subrasantes en la región estudiada.

Bautista (2022) en Ayacucho – Perú, autor de la tesis publicada por la Universidad César Vallejo: “Aplicación de cal hidratada con ceniza de madera para la estabilidad de la subrasante en la carretera Larampuquio – Accocapillapata, Ayacucho, 2022”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de cal hidratada y ceniza de madera en la estabilidad de la subrasante arcillosa de dicha carretera. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental cuasiexperimental y un alcance explicativo. La población estuvo conformada por la subrasante a lo largo del tramo vial, mientras que la muestra incluyó cuatro calicatas de 1.5 metros de profundidad, ubicadas en las progresivas Km 0+750, 2+850, 3+020 y 4+500. Para el análisis, se aplicaron ensayos de clasificación de suelos según los métodos SUCS y AASHTO, incluyendo grupos de control y tratamientos con cal hidratada al 2 % y ceniza de madera en porcentajes de 12 %, 17 % y 22 % en función al peso seco del suelo. Los resultados mostraron que la combinación de 2 % de cal hidratada con 22 % de ceniza de madera generó un incremento significativo en la resistencia a compresión simple y en el CBR de las muestras, además de provocar un aumento en el óptimo contenido de humedad (OCH) y una disminución en la MDS de los suelos arcillosos. En conclusión, la aplicación de cal hidratada al 2 % y ceniza de madera al 22 % mejoró tanto las propiedades físicas como mecánicas de la subrasante arcillosa, contribuyendo de manera efectiva a la estabilidad del suelo en el tramo vial estudiado.

Huarcaya (2022) en Ayacucho – Perú, autor de la tesis publicada por la Universidad César Vallejo: “Estabilización de subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas de cáscara de nuez, Ayacucho – 2022”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de cenizas de cáscara de nuez en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos. Para los ensayos de mecánica de suelos se emplearon

porcentajes de ceniza de cáscara de nuez del 5 %, 10 % y 15 % respecto al peso del suelo. Los resultados indicaron que la adición de este material modificó las propiedades mecánicas de la subrasante, incrementando el índice de soporte California Bearing Ratio (CBR) al 95 % de compactación desde un valor inicial de 5 % en el suelo natural, hasta 5.9 %, 6.2 % y 8.2 % con adiciones del 5 %, 10 % y 15 %, respectivamente. Al 100 % de compactación, el CBR aumentó de 5 % a 7.5 %, 8.1 % y 10.3 % con los mismos porcentajes de ceniza. En cuanto a los límites de consistencia, el índice de plasticidad del suelo natural, que era de 18.4 %, se redujo a 9.7 % con la incorporación del 10 % de cenizas. En conclusión, la aplicación de cenizas de cáscara de nuez como aditivo en la estabilización de suelos arcillosos resultó viable y favorable, tanto técnica como económicamente, siendo el 10 % el porcentaje óptimo para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, según lo determinado en los ensayos realizados.

Ore (2022) en Ayacucho – Perú, autora de la tesis publicada por la Universidad César Vallejo: “Estabilización de subrasante con adición de cenizas de hojas de schinus molle en el Jr. José Sabogal, Ayacucho – 2022”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de Schinus molle en la estabilización de la subrasante del Jr. José Sabogal, aplicando porcentajes de 1.0 %, 1.5 %, 2.0 % y 2.5 % respecto al peso del suelo. Determinación de contenido de humedad. Los resultados de laboratorio indicaron que la adición óptima fue del 2.0 % de cenizas de hojas de Schinus molle, ya que en las muestras C-01 y C-02 se observó una disminución en el índice de plasticidad (IP) y en el óptimo contenido de humedad (OCH), así como un incremento en la máxima densidad seca (MDS) y en el índice de soporte California Bearing Ratio (CBR). No obstante, con la adición del 2.5 % de cenizas se evidenció una tendencia a la disminución del CBR. Por lo tanto, se concluyó que la incorporación de cenizas de hojas de Schinus molle actúa como un estabilizante efectivo para la subrasante del Jr. José Sabogal, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

Según Sarker et al. (2022), la tusa de maíz es la parte central y fibrosa de la mazorca que queda después de retirar los granos. Está compuesta principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina, lo que le confiere resistencia y baja degradabilidad. Se utiliza en diversas aplicaciones, como la fabricación de biocombustibles, alimento para ganado, elaboración de compost y, más recientemente, en la estabilización de suelos y materiales de construcción debido a su capacidad para mejorar ciertas propiedades mecánicas.

## Figura 1

*Tusa de maíz*



*Nota:* Se muestra la tusa de maíz utilizada en el rubro de la construcción. Tomado de “Sociología De Azuero”, por Rodríguez, 2020.

Las propiedades químicas de la tusa de maíz están determinadas por su composición, que incluye principalmente celulosa, hemicelulosa y lignina, componentes clave en su estructura fibrosa. La celulosa (40-50%) le otorga resistencia y estabilidad, mientras que la hemicelulosa (25-35%) contribuye a su flexibilidad y capacidad de absorción de agua. La lignina (10-20%) actúa como un agente adhesivo natural, proporcionando rigidez y resistencia a la degradación. Además, contiene pequeñas cantidades de compuestos orgánicos como ceras, cenizas y proteínas, que influyen en su biodegradabilidad y potencial para aplicaciones industriales, como la producción de bioplásticos, papel y estabilización de suelos (Murthi et al. 2020).

**Tabla 1**

*Propiedades químicas de la tusa de maíz*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
Celulosa (40-50%)	Principal componente estructural que proporciona resistencia y estabilidad.
Hemicelulosa (25-35%)	Aporta flexibilidad y capacidad de absorción de agua.
Lignina (10-20%)	Actúa como adhesivo natural, brindando rigidez y resistencia a la degradación.
Cenizas (1-5%)	Contiene minerales y residuos inorgánicos tras la combustión.
Proteínas (2-4%)	Presentes en pequeñas cantidades, pueden influir en su biodegradabilidad.
Extractivos (1-3%)	Compuestos orgánicos como ceras y aceites que afectan su resistencia química.

*Nota:* La tabla resume las principales propiedades químicas de la tusa de maíz, destacando su composición y función dentro de la estructura vegetal, lo cual influye en sus características físicas y su comportamiento en distintos procesos industriales y ambientales.

Las propiedades físicas de la tusa de maíz determinan su comportamiento en diferentes aplicaciones y están relacionadas con su estructura, textura y composición. Su

baja densidad la hace un material liviano y fácil de manejar, mientras que su porosidad permite la absorción de agua y otros líquidos. Posee una textura fibrosa y áspera, lo que facilita su uso en procesos de estabilización y como refuerzo en materiales compuestos. Su resistencia mecánica moderada le permite soportar cierto nivel de presión sin descomponerse rápidamente. Además, es un material biodegradable, lo que favorece su uso en aplicaciones ecológicas y sostenibles (Huang et al. 2021).

**Tabla 2**

*Propiedades físicas de la tusa de maíz*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
Densidad	Material liviano con baja densidad, facilitando su manipulación.
Porosidad	Alta capacidad de absorción de agua y otros líquidos.
Textura	Superficie fibrosa y áspera, útil para aplicaciones industriales y agrícolas.
Resistencia mecánica	Moderada capacidad para soportar esfuerzos sin descomponerse rápidamente.
Biodegradabilidad	Se descompone de manera natural, contribuyendo a la sostenibilidad.
Flexibilidad	Moderada, lo que le permite adaptarse a diferentes usos sin fracturarse fácilmente.
Color	Varía entre beige y marrón dependiendo de su madurez y condiciones ambientales.

*Nota:* La tabla presenta las principales propiedades físicas de la tusa de maíz, destacando características que influyen en su manipulación, aplicaciones y comportamiento ambiental, lo que la hace un material versátil para usos industriales y agrícolas.

También Huang et al. (2021) nos dice que la estabilización de suelos es el proceso mediante el cual se mejoran las propiedades físicas, mecánicas y químicas de un suelo para aumentar su resistencia, durabilidad y capacidad de soporte. Se emplean diferentes métodos, como la adición de materiales estabilizantes (cemento, cal, cenizas, polímeros o residuos orgánicos), compactación mecánica y tratamiento químico, dependiendo de las características del suelo y el uso previsto. Su objetivo principal es optimizar el comportamiento del suelo en proyectos de construcción y pavimentación, reduciendo su deformabilidad, mejorando su capacidad de carga y minimizando los efectos de la humedad y la erosión.

## Figura 2

### *Estabilización de suelos*



*Nota:* Se muestra el procedimiento de estabilización de suelos arenosos. Tomado de ¿Qué es la estabilización de suelo y cómo se hace? Por Conarsac, 2021.

El procedimiento de estabilización de suelos varía según el método y los materiales utilizados, pero generalmente sigue estos pasos:

- Evaluación del suelo: Se realizan estudios geotécnicos para determinar la granulometría, plasticidad, humedad y capacidad de soporte del suelo.
- Selección del método de estabilización: Se elige el material estabilizante (cemento, cal, cenizas, polímeros, entre otros).
- Preparación del suelo: Se limpia el área de residuos, se nivelan irregularidades y se ajusta el contenido de humedad si es necesario.
- Aplicación del estabilizante: Se distribuye el material estabilizador de manera uniforme sobre el suelo, en proporciones determinadas previamente en laboratorio.
- Mezclado: Se incorpora el estabilizante mediante maquinaria como motoniveladoras o mezcladoras, asegurando una distribución homogénea en la profundidad deseada.
- Compactación: Se compacta la mezcla con rodillos o piones para aumentar la densidad y mejorar la resistencia del suelo tratado.
- Curado y fraguado: En caso de estabilización con cemento o cal, se deja reposar el suelo estabilizado para permitir la reacción química y alcanzar la resistencia óptima.
- Control de calidad: Se realizan ensayos como el Proctor, CBR y resistencia a la compresión para verificar la efectividad del proceso.

- Finalización y puesta en servicio: Una vez estabilizado y probado, el suelo está listo para su uso en pavimentos, cimentaciones o cualquier infraestructura proyectada.
- Este procedimiento garantiza un suelo más resistente, estable y duradero, reduciendo problemas de asentamientos y erosión.

Según Khalid & Alshawamar (2024) Las propiedades de la estabilización de suelos dependen del método y los materiales utilizados, influyendo en su resistencia, durabilidad y comportamiento mecánico. Entre sus principales propiedades se encuentran la resistencia a la compresión, que mejora la capacidad del suelo para soportar cargas; la cohesión, que aumenta la unión entre partículas; y la permeabilidad, que puede reducirse para evitar la filtración de agua. También se mejora la plasticidad, disminuyendo la expansividad en suelos arcillosos, y la densidad, optimizando su compactación. Además, la estabilización influye en la durabilidad, prolongando la vida útil del suelo tratado, y en la capacidad de soporte, incrementando su resistencia ante cargas estructurales.

**Tabla 3**

*Propiedades de la estabilización de suelos*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
Cohesión	Mejora la unión entre partículas del suelo, reduciendo su desintegración.
Permeabilidad	Puede disminuirse para evitar la filtración de agua y mejorar la estabilidad.
Plasticidad	Reduce la expansividad en suelos arcillosos, evitando grietas y asentamientos.
Densidad	Optimiza la compactación del suelo, haciéndolo más resistente y estable.
Durabilidad	Incrementa la vida útil del suelo tratado al reducir la erosión y degradación.
Capacidad de soporte	Mejora la resistencia del suelo ante cargas estructurales y tráfico pesado.

*Nota:* La tabla resume las propiedades clave relacionadas con la estabilización de suelos, evidenciando cómo cada una contribuye a mejorar la resistencia, durabilidad y estabilidad del terreno para aplicaciones en construcción y obras civiles.

Según Fruzina (2020) Las propiedades granulométricas de un suelo definen la distribución y tamaño de sus partículas, influyendo en su compactación, permeabilidad y capacidad de soporte. Estas incluyen el tamaño de partículas, que clasifica el suelo en grava, arena, limo y arcilla; indican la variabilidad y gradación del suelo, respectivamente. Además, el porcentaje que pasa por la malla N° 200 determina la cantidad de material fino presente, afectando la cohesión y plasticidad. La gradación del

suelo puede ser buena (mezcla equilibrada de tamaños) o mala (predominio de un solo tamaño), lo que influye en su comportamiento estructural y en los métodos de estabilización adecuados.

**Tabla 4**

*Propiedades granulométricas del suelo*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
Tamaño de partículas	Clasifica el suelo en grava, arena, limo y arcilla según el diámetro de sus partículas.
Cu	Indica la variabilidad de tamaños de partículas; valores altos sugieren una mejor distribución.
Cc	Mide la gradación del suelo y su capacidad de compactación.
Porcentaje que pasa por malla N° 200	Representa la cantidad de material fino, afectando la cohesión y plasticidad del suelo.
Gradación	Describe si el suelo es bien graduado (mezcla equilibrada de tamaños) o mal graduado (predominio de un solo tamaño).

*Nota:* La tabla describe las propiedades granulométricas del suelo, las cuales son fundamentales para determinar su clasificación, distribución de partículas y comportamiento en procesos de compactación y estabilidad estructural.

Límites de Atterberg. - Según Sivakrishna et al. (2020), son parámetros fundamentales que definen los cambios de estado físico en suelos finos en función del contenido de humedad. El límite líquido indica la resistencia al corte prácticamente desaparece. Se determina mediante el ensayo del Casagrande o el cono de laboratorio.

Por debajo de este límite, el suelo se comporta como un sólido rígido.

**Figura 3**

*Límites de Atterberg*



*Nota:* Tomado de “Equipos utilizados en los límites de Atterberg o Consistencia”, por Cueva del ingeniero civil, 2020.

El IP indica la plasticidad y la capacidad del suelo para deformarse sin romperse, siendo un indicador clave para la clasificación y comportamiento del suelo.

Granulometría del suelo. - La granulometría o análisis de tamaño de partículas es esencial para clasificar los suelos y predecir su comportamiento mecánico e hidráulico. Se determina a través de tamices para partículas mayores a 0.075 mm y por sedimentación

(hidrómetro) para partículas más finas (Nedeljkovic et al., 2021). El porcentaje que pasa por cada tamiz se calcula como:

$$\% \text{pasante} = \frac{\text{masa que pasa}}{\text{masa total}} * 100$$

Parámetros clave:

Coefficiente de uniformidad (Cu): Indica la variedad de tamaños presentes;

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

donde  $D_{60}$  y  $D_{10}$  son los tamaños de partícula correspondientes al 60% y 10% pasante, respectivamente.

Coefficiente de curvatura (Cc): Indica la gradación del suelo, importante para la compactación:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Estos coeficientes ayudan a identificar si el suelo es bien graduado o mal graduado, influyendo en su estabilidad y capacidad de soporte.

#### Figura 4

##### Granulometría del suelo



Nota: Tomado de “Granulometría del suelo por tamizado”, por LinkedIn, 2021.

Contenido de humedad del suelo. - El contenido de humedad (w) es la relación entre la masa de agua y la masa de sólidos secos en una muestra de suelo, expresado generalmente en porcentaje (Islam et al., 2024). Es un parámetro crítico para determinar el comportamiento físico y mecánico del suelo.

$$w = \frac{W_{\text{agua}}}{W_{\text{sólidos}}} * 100 = \frac{W_{\text{húmedo}} - W_{\text{seco}}}{W_{\text{seco}}} * 100$$

Donde:

$W_{\text{húmedo}}$       Peso total de la muestra húmeda

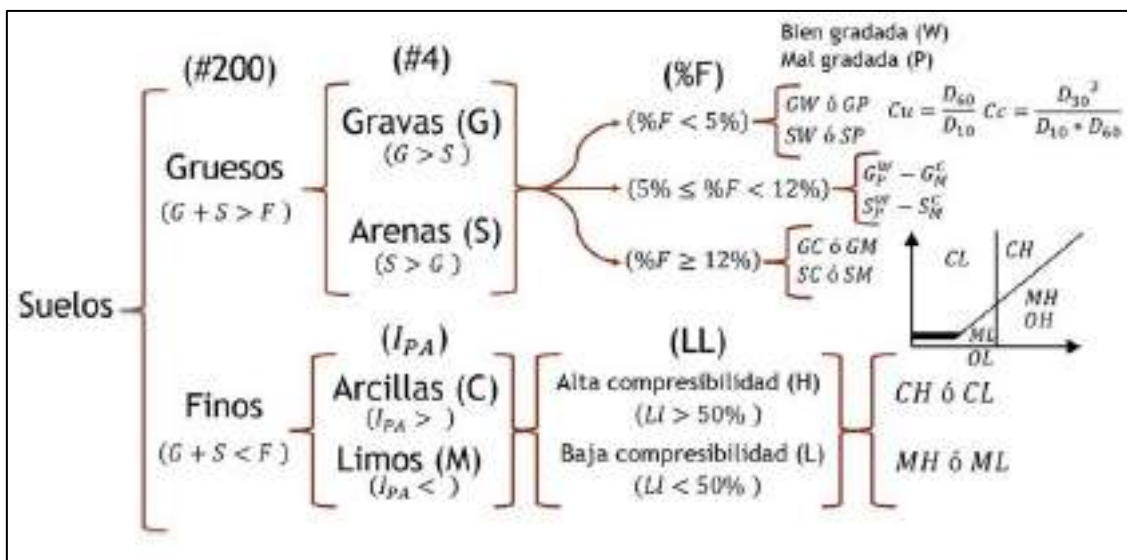
$W_{seco}$  Peso de la muestra después del secado en horno a 105°C por 24h.

El % humedad afecta la compactación, resistencia y asentamiento del suelo.

Clasificación SUCS y AASHTO. - La clasificación SUCS, Se basa en granulometría y límites de Atterberg para clasificar suelos en categorías como grava (G), arena (S), limo (M), arcilla (C) y orgánicos (O). El sistema usa diagramas que relacionan el índice de plasticidad y el límite líquido para diferenciar entre suelos cohesivos y no cohesivos. Mientras que la clasificación de la AASHTO, es utilizado principalmente para evaluar suelos en ingeniería vial. Clasifica suelos desde A-1 (material granular de buena calidad) hasta A-7 (suelos arcillosos con alta plasticidad). Este sistema considera porcentaje de finos, límites de Atterberg y granulometría, y ayuda a determinar la idoneidad para bases y subbases.

**Figura 5**

*Clasificación SUCS del suelo*



*Nota:* Tomado de “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos”, por Ingeniería Geotécnica, 2021.

Densidad in situ, método del cono de arena. - La densidad aparente del suelo en campo es esencial para evaluar la compactación y capacidad de soporte. El método del cono de arena consiste en excavar un volumen conocido en el suelo y rellenar ese espacio con arena de densidad conocida, midiendo el volumen exacto desplazado. La densidad aparente  $\gamma$  se calcula como:

$$\gamma = \frac{W_{muestra}}{V_{muestra}} \left( \frac{kN}{m^3} \right)$$

Donde  $W_{muestra}$  es peso del suelo excavado y  $V_{muestra}$  es vol. mediante la arena.

Compactación de suelos en laboratorio con energía modificada. - La compactación mejora las propiedades mecánicas del suelo aumentando su densidad y reduciendo su permeabilidad. La energía modificada, mayor que la energía estándar Proctor, se utiliza para simular condiciones severas de compactación en campo. Se determina la densidad máxima seca (MDS) y el contenido óptimo de humedad (OCH), que corresponden al punto donde el suelo logra su máxima resistencia y estabilidad.

**Figura 6**

*Clasificación AASHTO del suelo*

Clasificación General Grupos	Material Granuloso						A-3	Material limo arcilloso			
	A-1		A-2					A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupos	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5 A-7-6
% pasante #10	50% máx						51% mín				
#40	30% máx	50% máx									
#200	15% máx	25% máx	35% máx	35% máx	35% máx	35% máx	10% máx	36% mín	36% mín	36% mín	36% mín
Características del material que pasa por el tamiz #40											
LL			40% máx	41% mín	40% máx	41% mín	N.P.	40% máx	41% mín	40% máx	41% mín
Ip	6% máx	6% máx	10% máx	10% máx	11% mín	11% mín		10% máx	10% máx	11% mín	11% mín
Ig	0	0	0	0	4 máx	4 máx	0	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Fragmentos pétreos de gravas y arenas		Gravas y arenas, limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos	

*Nota:* Tomado de “Sistema de clasificación AASHTO”, por Ingeniería Geotécnica, 2021.

Ensayo de corte directo. - Este ensayo evalúa la resistencia al corte del suelo bajo condiciones controladas, determinando la capacidad del suelo para resistir esfuerzos tangenciales. Este ensayo es crucial para diseñar cimentaciones y estructuras que involucren suelos. La resistencia al corte ( $\tau$ ) está dada por la ecuación de Mohr-Coulomb:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Dónde:

$c$  es la cohesión, representando la resistencia por unión entre partículas.

$\sigma$  es el esfuerzo normal aplicado.

$\phi$  Ángulo de fricción interno, es la resistencia por fricción entre partículas.

Ensayo Proctor del suelo (MDS y OCH). - Este ensayo determina la relación entre contenido de humedad y densidad seca alcanzable mediante compactación bajo una energía estándar (Proctor normal) o modificada.

La densidad seca  $\rho_d$  se calcula como:

$$\rho_d = \frac{W_{\text{sólidos}}}{V_{\text{total}}} = \frac{W_{\text{muestra}}}{V_{\text{molde}}} (1 + w)$$

El contenido óptimo de humedad (OCH) es el valor de humedad en que se alcanza la máxima densidad seca (Malik et al., 2021). Estos parámetros son fundamentales para el control de calidad en obras civiles y para optimizar el comportamiento del suelo.

**Figura 7**

*Ensayo Proctor Modificado*



*Nota:* Tomado de “Proctor modificado”, por Geotecnia y mecánica de suelos, 2022.

Carga admisible del suelo. - La carga admisible es la presión máxima que el suelo puede soportar sin provocar asentamientos excesivos ni fallas estructurales. Se calcula dividiendo la capacidad última del suelo por un factor de seguridad (FS):

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Donde:

$q_u$  es la capacidad última, obtenida mediante ensayos de laboratorio o análisis analítico (por ejemplo, con fórmulas de Terzaghi, Meyerhof, etc.)

$FS$  típicamente varía entre 2 y 3 para garantizar seguridad. La determinación precisa de la carga admisible es esencial para el diseño seguro de cimentaciones.

Según Karibifar et al. (2020) Las cimentaciones son los elementos estructurales que transmiten las cargas de una construcción al suelo de manera segura y estable, evitando asentamientos o fallas. Se dividen en cimentaciones superficiales, usadas en suelos resistentes y cargas moderadas (zapatas, losas y cimientos corridos), y cimentaciones profundas, empleadas cuando el suelo superficial es inestable y se requieren pilotes o caissons para alcanzar estratos más firmes. Su correcta elección y construcción garantizan la estabilidad y durabilidad de las edificaciones.

## Figura 8

### Cimentaciones



*Nota:* Se muestra las cimentaciones de suelo. Tomado de “Cimentación: por qué es importante y qué tipos hay | CONARSAC. “, por Conarsac, 2021.

Según Yu et al. (2024) Las propiedades de las cimentaciones son fundamentales para garantizar que transmitan de manera eficiente las cargas de la estructura al suelo sin causar fallas o asentamientos excesivos. Estas incluyen la capacidad de carga, que permite soportar las cargas sin deformar el suelo, el asentamiento, que debe ser mínimo y uniforme, la estabilidad, que asegura la resistencia frente a esfuerzos horizontales como vientos o terremotos, y la durabilidad, que debe resistir condiciones ambientales adversas.

### Tabla 5

#### Propiedades de cimentaciones

Propiedad	Descripción
Capacidad de carga	Capacidad de la cimentación para soportar las cargas sin deformar el suelo de manera inaceptable.
Asentamiento	Desplazamientos verticales del terreno debido a las cargas, que deben ser mínimos y uniformes.
Estabilidad	Resistencia frente a esfuerzos horizontales, como vientos o terremotos, evitando deslizamientos o inclinaciones.
Durabilidad	Resistencia a condiciones ambientales como humedad, congelación-descongelación y ataques químicos del suelo.
Tipo de suelo	Dependencia del tipo de suelo para elegir el diseño adecuado de cimentación.
Economía	Relación costo-beneficio, asegurando una cimentación eficiente y segura sin sobrecostos innecesarios.

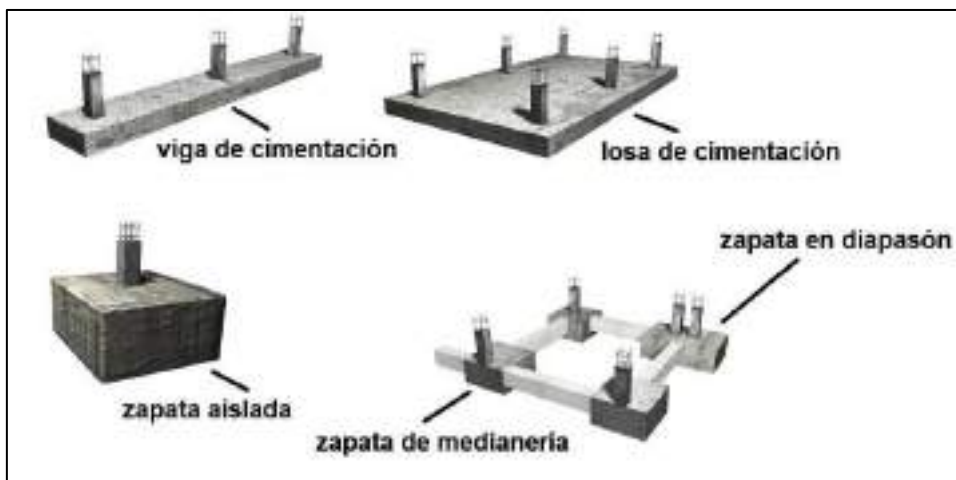
*Nota:* La tabla presenta las propiedades fundamentales de las cimentaciones, destacando aspectos esenciales para garantizar su seguridad, estabilidad y durabilidad en función del tipo de suelo y las condiciones ambientales.

Las cimentaciones se dividen en superficiales y profundas según la profundidad y las características del suelo. Las cimentaciones superficiales se colocan cerca de la superficie del terreno y se utilizan cuando el suelo tiene suficiente capacidad de carga;

incluyen zapatas, que distribuyen la carga de columnas o muros, losas de cimentación, que cubren toda el área bajo la estructura, y cimientos corridos, que soportan paredes. Las cimentaciones profundas se emplean cuando los suelos superficiales no son lo suficientemente resistentes y se construyen con elementos que se hincan o perforan a gran profundidad, como pilotes y caissons, que alcanzan estratos más firmes y estables. La elección del tipo de cimentación depende de las características del suelo y las cargas de la edificación (Zhang & Wang 2022).

### Figura 9

#### *Tipos de cimentaciones*



*Nota:* Se muestra los tipos de cimentaciones que se utilizan. Tomado de “Concepto y clasificación de las cimentaciones – El blog de Víctor Yepes “, por El blog de Víctor Yepes – UPV, 2022.

Según Chung & Xiang (2023) El cemento es un material de construcción compuesto principalmente por Clinker, que es una mezcla de caliza, arcilla y otros minerales que se someten a altas temperaturas en un horno. Al combinarse con agua, el cemento forma una pasta que, al endurecerse, adquiere propiedades de alta resistencia y durabilidad. Se utiliza como aglutinante en la fabricación de concreto y mortero, siendo esencial para la construcción de estructuras, pavimentos, cimientos y otros elementos de infraestructura. Existen diferentes tipos de cemento, como el Portland, que es el más común, y otros con propiedades especiales para resistir condiciones extremas.

## Figura 10

### Cemento



*Nota:* El cemento portland como material de construcción. Tomado de “Cemento Portland Tipo I y Tipo III” Por CEMGUA, 2021.

El agua utilizada en la construcción es un componente esencial en la mezcla de concreto y mortero, ya que reacciona con el cemento para iniciar el proceso de hidratación, que le otorga al concreto su resistencia y durabilidad. El agua debe ser limpia, libre de impurezas como aceites, ácidos, sales y materia orgánica, que puedan afectar la calidad y resistencia del concreto. El agua potable es la más comúnmente utilizada, pero también se pueden emplear otras fuentes, siempre que cumplan con los requisitos de calidad necesarios (Xiao et al. 2024).

### Tabla 6

#### *Propiedades del agua en la construcción*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
Pureza	Debe ser libre de impurezas como aceites, ácidos, sales o materia orgánica, que afecten la mezcla.
pH	El pH debe ser neutro (alrededor de 7), ya que valores muy altos o bajos pueden alterar la reacción del cemento.
Turbidez	El agua debe ser clara, ya que la turbidez excesiva indica la presencia de partículas que pueden interferir con la mezcla.
Contenido de sales	Debe tener niveles bajos de sales, ya que las altas concentraciones de cloruros o sulfatos pueden afectar la resistencia del concreto.
Temperatura	Idealmente entre 10°C y 30°C, ya que temperaturas extremas pueden acelerar o retardar el proceso de hidratación.
Contenido de materia orgánica	No debe contener materia orgánica en exceso, ya que esto puede debilitar el concreto.

*Nota:* La tabla detalla las propiedades del agua necesarias para su uso en construcción, resaltando la importancia de su calidad para asegurar la correcta hidratación y resistencia de los materiales, especialmente del concreto.

Según Kanagaraj et al. (2023) Las propiedades químicas del cemento son fundamentales para determinar cómo reacciona este material con el agua y otros componentes durante el proceso de hidratación, lo que influye en su resistencia y durabilidad. Estas propiedades incluyen los óxidos principales como el óxido de calcio (CaO), que es el componente principal que reacciona con el agua, el óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), que contribuye a la formación de geles que dan resistencia al cemento, el óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), que influye en la rapidez de fraguado, y el óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), que afecta el color y la estabilidad térmica del cemento. Además, la presencia de compuestos como los sulfuros puede influir en la durabilidad, especialmente en la resistencia a los sulfatos. La proporción de estos compuestos y su interacción química son claves para definir las características del cemento y su comportamiento en distintas aplicaciones de construcción.

**Tabla 7**

*Propiedades químicas*

<b>Propiedad Química</b>	<b>Descripción</b>
Óxido de Calcio (CaO)	Es el principal componente del cemento, responsable de la formación de cal y su reacción con el agua, iniciando el proceso de hidratación.
Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	Forma geles durante la hidratación que contribuyen a la resistencia del cemento y a la formación de la pasta.
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Acelera el proceso de fraguado y contribuye a la formación de aluminatos, que afectan la resistencia inicial del cemento.
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Influye en el color del cemento y mejora su estabilidad térmica, además de contribuir a la formación de algunos compuestos durante la hidratación.
Óxidos de Magnesio (MgO)	Afecta la durabilidad del cemento, especialmente cuando se presenta en grandes cantidades.
Compuestos Sulfurados (SO <sub>3</sub> )	Los sulfatos pueden influir en la resistencia del cemento a ambientes agresivos, como su resistencia a los sulfatos en el agua o suelo.
Aluminatos de Calcio	Compuestos que participan en la reacción inicial con el agua, dando al cemento su resistencia temprana.

*Nota:* La tabla presenta las principales propiedades químicas del cemento, destacando los óxidos y compuestos que intervienen en su hidratación, resistencia y durabilidad, aspectos clave para su desempeño en la construcción.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque y tipo de investigación

Los enfoques de investigación son las perspectivas o métodos generales que guían el proceso de indagación científica para generar conocimiento. Principalmente se distinguen tres enfoques: cuantitativo, que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para identificar patrones y establecer relaciones causales; cualitativo, que se centra en comprender fenómenos a través de la interpretación de experiencias. Cada enfoque puede aplicarse a diferentes tipos de investigación, tales como exploratoria, descriptiva, explicativa o aplicada, dependiendo del objetivo, la profundidad del análisis y el ámbito del problema abordado (Haro et al., 2024).

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, dado que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para medir y cuantificar la influencia de la ceniza de tusa de maíz en la estabilización de suelos destinados a cimentaciones de edificaciones en Ayacucho durante el año 2025. Este enfoque permite obtener resultados objetivos y precisos, facilitando la aplicación de métodos estadísticos para validar las hipótesis planteadas y establecer relaciones causales entre las variables estudiadas.

En cuanto al tipo de investigación, es de tipo aplicada, ya que busca generar conocimiento práctico y específico para resolver un problema concreto relacionado con la mejora de las propiedades del suelo mediante el uso de un material agrícola residual. Además, tiene un componente explicativo, porque no solo describe las características del suelo tratado, sino que también analiza y determina las causas y efectos de la incorporación de la ceniza de tusa de maíz en la estabilización, buscando establecer relaciones de causalidad entre variables para fundamentar su uso en ingeniería civil.

### 2.2. Diseño metodológico

El diseño metodológico es el plan estructurado que guía todo el proceso de investigación, definiendo las estrategias, métodos y procedimientos que se seguirán para responder a las preguntas de estudio o probar las hipótesis planteadas. Este diseño establece cómo se seleccionarán los participantes o muestras, qué técnicas e instrumentos se utilizarán para recolectar y analizar los datos, y en qué condiciones se desarrollará la investigación. Un diseño metodológico claro y coherente asegura la validez, confiabilidad y rigor científico del estudio, facilitando la obtención de resultados precisos y aplicables (Uribe et al, 2024). La presente investigación es de diseño no experimental.

### **2.3. Población y muestra**

Chero (2024), indica que la población se refiere al conjunto completo de elementos, individuos u objetos que poseen características comunes y sobre los cuales se desea obtener información en una investigación. Muestra es un subconjunto representativo extraído de la población, seleccionado para ser estudiado con el fin de inferir conclusiones aplicables al total de la población. Muestreo es el proceso o técnica mediante la cual se elige esa muestra, que puede ser probabilístico (aleatorio) o no probabilístico, garantizando que la muestra refleje adecuadamente las características de la población para asegurar la validez de los resultados.

La población fue el suelo arcilloso expansivo de la Av. Aprovisa. La muestra abarcó 3 calicatas. Las muestras de suelo fueron preparadas con diferentes porcentajes de ceniza de tusa de maíz (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%), destinadas a la ejecución de los ensayos físicos y mecánicos.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos son los métodos y herramientas específicas que se utilizan para obtener la información necesaria en una investigación. Las técnicas son los procedimientos o estrategias empleadas para recopilar datos, como entrevistas, encuestas, observación directa, grupos focales o experimentos, y se seleccionan según el enfoque y los objetivos del estudio. Los instrumentos son los medios concretos que facilitan la aplicación de estas técnicas, por ejemplo, cuestionarios, guías de entrevista, listas de cotejo, grabadoras o cámaras. La adecuada selección y diseño de estas técnicas e instrumentos es fundamental para garantizar la validez, confiabilidad y pertinencia de los datos obtenidos (Costa et al., 2024).

Técnicas de recolección de datos:

Muestreo sistemático de suelo en campo: Se realizaron muestreos sistemáticos en diferentes puntos del área de estudio, tanto en suelos naturales como en suelos tratados con ceniza de tusa de maíz. Esto garantizó la representatividad de las muestras y la variabilidad espacial del terreno. Se empleó la técnica de calicatas o perforaciones controladas para obtener muestras en profundidad adecuada para las cimentaciones.

Ensayos de laboratorio estandarizados: Aplicación de pruebas físicas y mecánicas para caracterizar el comportamiento del suelo. Esto incluye límites de Atterberg, granulometría, contenido de humedad, densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad mediante ensayo Proctor, resistencia al corte directo, y densidad in situ mediante el método del cono de arena.

Pruebas comparativas entre suelos estabilizados y no estabilizados: Se aplicó la técnica experimental para comparar directamente las propiedades del suelo antes y después de la adición de la ceniza de tusa de maíz, permitiendo identificar cambios significativos en características como cohesión, ángulo de fricción, capacidad portante y deformabilidad.

Observación directa y registro fotográfico: En campo y laboratorio, se realizó la observación directa para documentar características visuales del suelo y la mezcla con la tusa. El registro fotográfico servirá para evidenciar el proceso, la textura y cambios físicos, apoyando el análisis cualitativo complementario.

Revisión documental y bibliográfica: Se recopilaron datos secundarios y antecedentes de estudios previos relacionados con estabilización de suelos con residuos agrícolas, parámetros geotécnicos regionales y normativas técnicas aplicables para complementar y validar los resultados obtenidos.

## **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos son los métodos utilizados para organizar, transformar e interpretar la información recolectada en una investigación, con el fin de extraer conclusiones significativas. En el procesamiento, los datos se clasifican, codifican, tabulan y depuran para preparar su análisis. En cuanto al análisis, las técnicas varían según el tipo de datos y el enfoque de la investigación: para datos cuantitativos se emplean métodos estadísticos descriptivos (como medias, frecuencias, desviaciones estándar) y análisis inferenciales (como pruebas de hipótesis, regresión, análisis de varianza); para datos cualitativos se utilizan técnicas como la codificación temática, análisis de contenido y análisis narrativo, que permiten identificar patrones, categorías y significados en la información textual o visual. La elección adecuada de estas técnicas garantiza una interpretación rigurosa y válida de los resultados (Sánchez et al., 2021).

Para el desarrollo de la investigación, inicialmente se identificó el área específica donde se llevaría a cabo el proyecto. Posteriormente, se realizaron los puntos de exploración en campo para clasificar el tipo de suelo, mediante la evaluación del perfil estratigráfico. Para ello, se excavaron cuatro calicatas con una profundidad aproximada de 1.50 metros y dimensiones de 1.00 metro por lado, ubicadas estratégicamente para asegurar la representatividad del muestreo. En cada calicata se recolectaron muestras del suelo natural para su posterior análisis.

Simultáneamente, se adquirió la ceniza de tusa de maíz en el mercado local, asegurando su procedencia y calidad para su uso como material estabilizante. Las

muestras de suelo y la ceniza de tusa de maíz fueron trasladadas a un laboratorio certificado, que cumplía con los estándares de calidad requeridos para la ejecución de ensayos geotécnicos.

En el laboratorio, se llevaron a cabo los ensayos correspondientes para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con diferentes porcentajes de incorporación de la ceniza de tusa de maíz, específicamente en mezclas con 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de adición. Estos ensayos incluyeron la determinación de límites de Atterberg, análisis granulométrico, contenido de humedad, compactación mediante ensayo Proctor con energía modificada, ensayo de corte directo para medir la resistencia al corte, y medición de la densidad in situ usando el método del cono de arena.

Para la ejecución de los ensayos se emplearon instrumentos como balanzas analíticas para el pesaje de muestras, hornos para secado, tamices ASTM para la clasificación granulométrica, moldes y prensas para compactación, y células de corte directo con sensores para medir esfuerzos y deformaciones. Además, se utilizaron equipos calibrados para la medición de densidad aparente y software especializado para el procesamiento y análisis estadístico de los datos obtenidos.

Este conjunto de técnicas e instrumentos permitió una recolección y análisis de datos exhaustivos y confiables, que posibilitaron evaluar con precisión cómo la adición de la ceniza de tusa de maíz afectó las propiedades del suelo y su estabilización para cimentaciones.

## **2.6. Aspectos éticos en la investigación**

El proyecto se realizará con total transparencia y honestidad porque se basó en los lineamientos del código de ética de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI (2021), porque toda la información obtenida en este estudio de investigación fue utilizada con fines académicos y para poder implementar la elaboración del diseño geotécnico (estudios de suelos) y como resultado determinar el tipo de cimentaciones dentro de la ciudad de Ayacucho. Asimismo, el material adquirido en este trabajo de investigación fue obtenido de fuentes bibliográficas confiables, cada una de las cuales fue citada en cada párrafo.

En la presente investigación se aplicaron rigurosamente diversos aspectos éticos fundamentales para garantizar la integridad y responsabilidad científica. Se respetó el marco ético-jurídico-institucional, cumpliendo con los acuerdos, convenios y términos de referencia pertinentes que regulan la ejecución del estudio, asegurando que todas las decisiones estuvieran alineadas con normativas vigentes. Asimismo, se observó el respeto

a la normatividad nacional e internacional, reconociendo y acatando la legislación aplicable al ámbito geotécnico y ambiental, con plena conciencia de las implicancias éticas de las acciones como investigadores.

Se garantizó el respeto a la persona humana al proteger la identidad y privacidad de todos los actores involucrados, asegurando confidencialidad y derecho a la autodeterminación informativa en caso de que hubiera participación directa o indirecta de personas. Se contó con el consentimiento informado y expreso cuando fue necesario, asegurando que la participación y el uso de datos se realizaran con la manifestación libre y clara de voluntad.

En línea con el fomento del desarrollo sostenible, la investigación se diseñó y ejecutó con criterios de sostenibilidad, cuidando de no causar daño ambiental y promoviendo el respeto hacia la biosfera, incluyendo el aprovechamiento responsable de recursos agroindustriales como la ceniza de tusa de maíz.

Se mantuvo un compromiso firme con la responsabilidad, rigor científico y veracidad, desarrollando el estudio con honestidad, precisión y transparencia, evitando cualquier tipo de manipulación o falsificación de datos, y asegurando la validez y confiabilidad de los resultados. La divulgación responsable de la investigación se consideró clave, promoviendo la difusión ética de los hallazgos y su devolución a las comunidades involucradas.

Finalmente, se priorizó la justicia y el bien común, asegurando que el beneficio social, ambiental y científico prevaleciera sobre intereses personales, evitando impactos negativos en las personas, el ambiente y la sociedad en general. Estos principios éticos fortalecieron la calidad y legitimidad del trabajo desarrollado.

### III. RESULTADOS

**Desarrollo del primer objetivo específico:** Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 5% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.

**Tabla 8**

*Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 5%*

Muestra	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad OCH (%)	Humedad (%)	Corte directo C' (KN/m <sup>2</sup> )	Carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelo natural	1.78	14	17.07	28	0.77
Suelo 5% CM	1.825	13.80	16.68	28.50	0.79

*Nota:* La incorporación del 5 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la densidad seca máxima en 2.53 %, la cohesión en 1.79 % y la carga admisible en 2.60 %, además de reducir ligeramente el óptimo contenido de humedad y la humedad natural del suelo, evidenciando un comportamiento mecánico más favorable respecto al suelo natural.

La incorporación de un 5 % de cenizas de tusa de maíz produce variaciones positivas en las propiedades físico-mecánicas del suelo en comparación con el suelo natural. En cuanto a la máxima densidad seca, se observa un incremento de 1.78 g/cm<sup>3</sup> a 1.825 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un aumento de 0.045 g/cm<sup>3</sup>, equivalente aproximadamente a 2.53 %. Este cambio indica que el suelo estabilizado alcanza una mayor compactación, lo cual es favorable para mejorar su comportamiento estructural.

Respecto al óptimo contenido de humedad (OCH), se registra una ligera disminución de 14 % a 13.80 %, es decir, una reducción de 0.20 puntos porcentuales (aproximadamente 1.43 % menos). De manera similar, la humedad natural del suelo también disminuye de 17.07 % a 16.68 %, lo que equivale a una reducción de 0.39 puntos porcentuales (alrededor de 2.28 %). Estas variaciones sugieren que el material estabilizado requiere ligeramente menos agua para alcanzar su máxima compactación, lo que favorece su estabilidad.

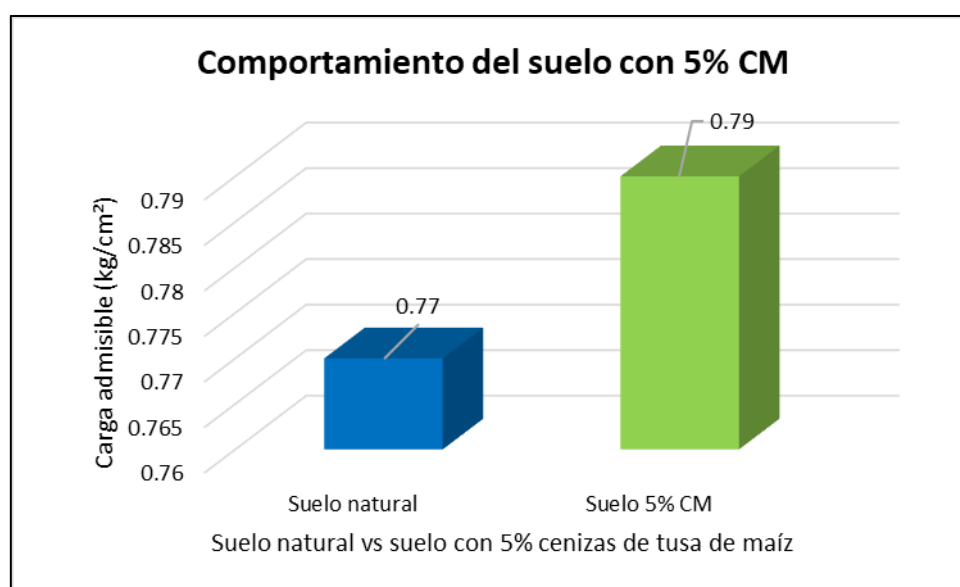
En cuanto a las propiedades de resistencia, el ensayo de corte directo muestra que la cohesión (C') aumenta de 28 kN/m<sup>2</sup> a 28.50 kN/m<sup>2</sup>, registrando un incremento de 0.50 kN/m<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 1.79 %. Este aumento refleja una leve mejora en la resistencia al esfuerzo cortante del suelo tratado. De igual manera, la carga admisible se incrementa de 0.77 kg/cm<sup>2</sup> a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un aumento de 0.02 kg/cm<sup>2</sup>,

equivalente a aproximadamente 2.60 %. Este resultado indica una ligera mejora en la capacidad portante del suelo al incorporar el material estabilizante.

En términos generales, los resultados muestran que la adición del 5 % de cenizas de tusa de maíz mejora moderadamente las propiedades de compactación y resistencia del suelo, reflejándose principalmente en el aumento de la densidad seca máxima y de la capacidad portante, así como en una leve reducción del contenido de humedad requerido para su compactación óptima.

### Figura 11

*Comportamiento del suelo con 5% de cenizas de tusa de maíz*



*Nota:* El gráfico evidencia que la estabilización del suelo con 5 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la carga admisible de 0.77 a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora aproximada del 2.60 %.

Comparación de la carga admisible entre el suelo natural y el suelo estabilizado con 5 % de cenizas de tusa de maíz (CM). Los resultados evidencian que el suelo natural presenta una carga admisible de 0.77 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que al incorporar 5 % de cenizas de tusa de maíz este valor aumenta a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa un incremento de 0.02 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 2.60 % respecto al suelo sin estabilizar.

**Desarrollo del segundo objetivo específico:** Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 10% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.

**Tabla 9***Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 10%*

Muestra	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad OCH (%)	Humedad (%)	Corte directo C' (KN/m <sup>2</sup> )	Carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelo natural	1.78	14	17.07	28	0.77
Suelo 10% CM	1.85	13.60	16.49	28	0.81

*Nota:* La adición del 10 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la densidad seca máxima en aproximadamente 3.93 % y la carga admisible en 5.19 %, además de reducir el óptimo contenido de humedad y la humedad natural del suelo, evidenciando un comportamiento mecánico más favorable respecto al suelo natural.

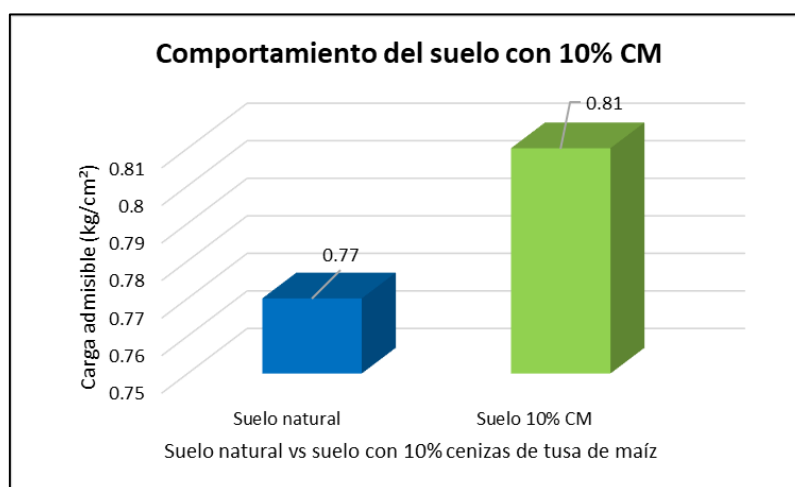
Comportamiento del suelo natural en comparación con el suelo estabilizado con 10 % de cenizas de tusa de maíz (CM), observándose mejoras en varias de sus propiedades físico-mecánicas. En relación con la máxima densidad seca, el suelo natural presenta un valor de 1.78 g/cm<sup>3</sup>, mientras que con la incorporación del 10 % de ceniza este valor aumenta a 1.85 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.07 g/cm<sup>3</sup>, equivalente aproximadamente a 3.93 %. Este aumento indica una mejor capacidad de compactación del suelo tratado.

Respecto al óptimo contenido de humedad (OCH), se observa una disminución de 14% en el suelo natural a 13.60% en el suelo estabilizado, lo que significa una reducción de 0.40 puntos porcentuales (aproximadamente 2.86%). De igual manera, la humedad natural del suelo también disminuye de 17.07% a 16.49%, registrando una reducción de 0.58 puntos porcentuales, equivalente a cerca de 3.40%. Estas variaciones sugieren que el suelo estabilizado requiere menor cantidad de agua para alcanzar su máxima compactación, favoreciendo su estabilidad.

En cuanto a la resistencia al corte, el parámetro de cohesión (C') se mantiene en 28 kN/m<sup>2</sup> tanto en el suelo natural como en el suelo con 10% de cenizas, lo que indica que la adición de este porcentaje de material no genera cambios significativos en este parámetro específico. Sin embargo, al analizar la carga admisible, se observa una mejora importante, ya que aumenta de 0.77 kg/cm<sup>2</sup> en el suelo natural a 0.81 kg/cm<sup>2</sup> en el suelo estabilizado, lo que representa un incremento de 0.04 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 5.19%. Este resultado evidencia una mejora en la capacidad portante del suelo al incorporar cenizas de tusa de maíz.

**Figura 12**

*Comportamiento del suelo con 10% de cenizas de tusa de maíz*



*Nota:* El gráfico evidencia que la estabilización del suelo con 10 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la carga admisible de 0.77 a 0.81 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora aproximada del 5.19 %, demostrando un comportamiento mecánico más favorable del suelo estabilizado en comparación con el suelo natural.

El gráfico muestra la comparación de la carga admisible entre el suelo natural y el suelo estabilizado con 10 % de cenizas de tusa de maíz (CM). De acuerdo con los valores representados, el suelo natural presenta una carga admisible de 0.77 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el suelo tratado con 10 % de cenizas de tusa de maíz alcanza una carga admisible de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>. Esta diferencia representa un incremento de 0.04 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 5.19 % con respecto al suelo sin estabilizar.

**Desarrollo del tercer objetivo específico:** Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 15% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.

**Tabla 10**

*Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 15%*

Muestra	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad OCH (%)	Humedad (%)	Corte directo C' (KN/m <sup>2</sup> )	Carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelo natural	1.78	14	17.07	28	0.77
Suelo 15% CM	1.90	13.10	16.11	28.10	0.88

*Nota:* La adición del 15 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la densidad seca máxima en aproximadamente 6.74 % y la carga admisible en 14.29 %, además de reducir el óptimo contenido de humedad y la humedad natural, evidenciando una mejora significativa en el comportamiento mecánico del suelo respecto al suelo natural.

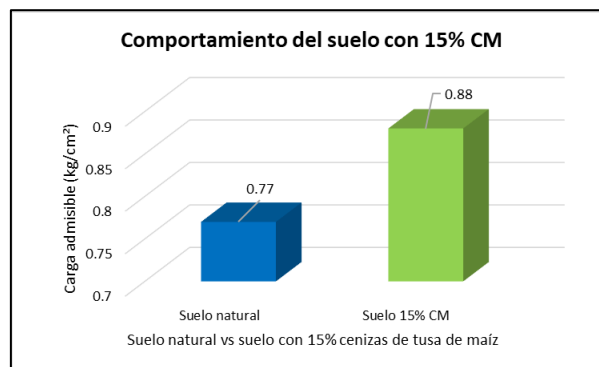
Comportamiento del suelo natural en comparación con el suelo estabilizado con 15 % de cenizas de tusa de maíz (CM), evidenciándose mejoras más notables en las propiedades físico-mecánicas del material. En cuanto a la máxima densidad seca, el suelo natural presenta un valor de 1.78 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el suelo con 15 % de ceniza alcanza 1.90 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.12 g/cm<sup>3</sup>, equivalente aproximadamente a 6.74 %. Este aumento indica una mayor capacidad de compactación, lo cual contribuye a mejorar la estabilidad estructural del suelo.

Respecto al óptimo contenido de humedad (OCH), se observa una reducción de 14% en el suelo natural a 13.10% en el suelo estabilizado, lo que representa una disminución de 0.90 puntos porcentuales, equivalente aproximadamente a 6.43%. Asimismo, la humedad natural disminuye de 17.07% a 16.11%, registrando una reducción de 0.96 puntos porcentuales (alrededor de 5.62 %). Estas variaciones indican que el suelo estabilizado requiere menor cantidad de agua para alcanzar su máxima compactación, lo que favorece el proceso constructivo y la estabilidad del material.

En cuanto a la resistencia al corte, el parámetro de cohesión (C') muestra un ligero incremento de 28 kN/m<sup>2</sup> a 28.10 kN/m<sup>2</sup>, es decir, un aumento de 0.10 kN/m<sup>2</sup> (aproximadamente 0.36 %), lo que evidencia una mejora mínima pero positiva en la resistencia al esfuerzo cortante. Por otro lado, la carga admisible presenta un incremento más significativo, pasando de 0.77 kg/cm<sup>2</sup> en el suelo natural a 0.88 kg/cm<sup>2</sup> en el suelo con 15 % de cenizas, lo que representa un aumento de 0.11 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 14.29 %. Este resultado demuestra una mejora considerable en la capacidad portante del suelo, permitiendo que soporte mayores cargas sin presentar fallas.

**Figura 13**

*Comportamiento del suelo con 15% de cenizas de tusa de maíz*



*Nota:* El gráfico evidencia que la estabilización del suelo con 15 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la carga admisible de 0.77 a 0.88 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora aproximada del 14.29 %, indicando un comportamiento mecánico considerablemente más favorable del suelo estabilizado respecto al suelo natural.

El gráfico presenta la comparación de la carga admisible entre el suelo natural y el suelo estabilizado con 15 % de cenizas de tusa de maíz (CM). De acuerdo con los valores mostrados, el suelo natural registra una carga admisible de 0.77 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el suelo tratado con 15 % de cenizas alcanza un valor de 0.88 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa un incremento de 0.11 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 14.29 % en comparación con el suelo sin estabilizar.

**Desarrollo del cuarto objetivo específico:** Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 20% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.

**Tabla 11**

*Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 20%*

Muestra	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad OCH (%)	Humedad (%)	Corte directo C' (KN/m <sup>2</sup> )	Carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelo natural	1.78	14	17.07	28	0.77
Suelo 20% CM	1.81	12.98	16.02	24.95	0.79

*Nota:* La incorporación del 20 % de cenizas de tusa de maíz incrementa ligeramente la densidad seca máxima (1.69 %) y la carga admisible (2.60 %) y reduce el contenido de humedad del suelo, pero genera una disminución de aproximadamente 10.89 % en la cohesión, lo que evidencia que un mayor porcentaje de ceniza puede afectar negativamente la resistencia del suelo.

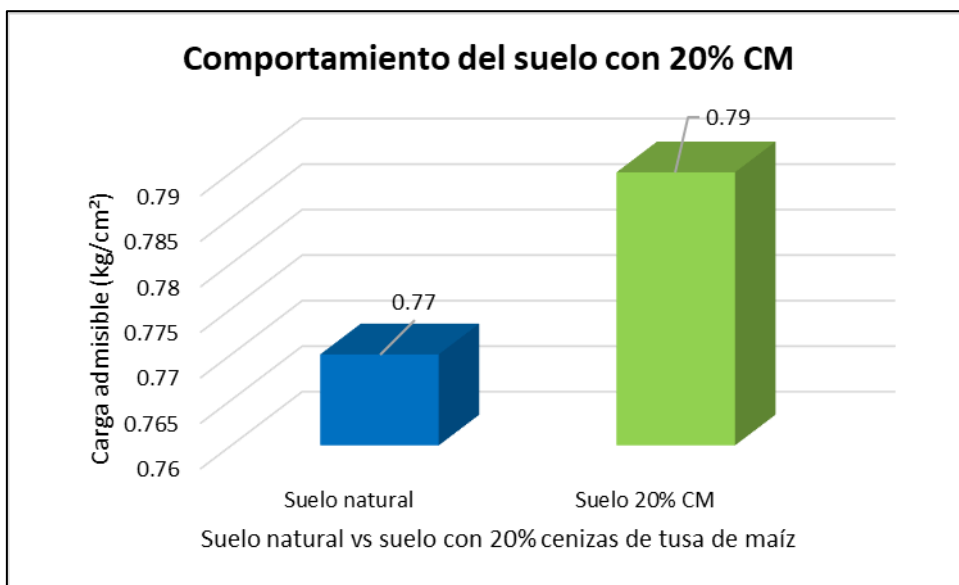
El comportamiento del suelo natural en comparación con el suelo estabilizado con 20 % de cenizas de tusa de maíz (CM), evidenciando cambios en sus propiedades físico-mecánicas. En relación con la máxima densidad seca, el suelo natural presenta un valor de 1.78 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el suelo con 20 % de ceniza alcanza 1.81 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.03 g/cm<sup>3</sup>, equivalente aproximadamente a 1.69 %. Este aumento indica una ligera mejora en la capacidad de compactación del suelo tratado.

En cuanto al óptimo contenido de humedad (OCH), se observa una disminución de 14 % en el suelo natural a 12.98 % en el suelo estabilizado, lo que representa una reducción de 1.02 puntos porcentuales, equivalente aproximadamente a 7.29 %. De igual manera, la humedad natural disminuye de 17.07 % a 16.02 %, registrando una reducción de 1.05 puntos porcentuales, equivalente a 6.15 %. Estos resultados sugieren que el suelo estabilizado requiere menor cantidad de agua para alcanzar su máxima compactación, lo que puede facilitar su proceso constructivo.

Sin embargo, al analizar la resistencia al corte, se observa una disminución en el parámetro de cohesión ( $C'$ ), el cual pasa de  $28 \text{ kN/m}^2$  en el suelo natural a  $24.95 \text{ kN/m}^2$  en el suelo con 20 % de cenizas, lo que representa una reducción de  $3.05 \text{ kN/m}^2$ , equivalente aproximadamente a 10.89 %. Esta disminución indica que un mayor contenido de ceniza puede afectar negativamente la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Por otro lado, la carga admisible aumenta ligeramente de  $0.77 \text{ kg/cm}^2$  a  $0.79 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa un incremento de  $0.02 \text{ kg/cm}^2$ , equivalente aproximadamente a 2.60 %.

**Figura 14**

*Comportamiento del suelo con 20% de cenizas de tusa de maíz*



*Nota:* El gráfico evidencia que la estabilización del suelo con 20 % de cenizas de tusa de maíz incrementa la carga admisible de  $0.77$  a  $0.79 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa una mejora aproximada del 2.60 %, mostrando un aumento leve en la capacidad portante del suelo en comparación con el suelo natural.

El gráfico presenta la comparación de la carga admisible entre el suelo natural y el suelo estabilizado con 20 % de cenizas de tusa de maíz (CM). De acuerdo con los valores mostrados, el suelo natural tiene una carga admisible de  $0.77 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el suelo con 20 % de cenizas alcanza un valor de  $0.79 \text{ kg/cm}^2$ . Esta diferencia representa un incremento de  $0.02 \text{ kg/cm}^2$ , equivalente aproximadamente a 2.60 % con respecto al suelo sin estabilizar.

**Desarrollo del quinto objetivo específico:** Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 25% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.

**Tabla 12***Comportamiento del suelo con cenizas de tusa de maíz al 25%*

Muestra	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad OCH (%)	Humedad (%)	Corte directo C' (KN/m <sup>2</sup> )	Carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelo natural	1.78	14	17.07	28	0.77
Suelo 25% CM	1.76	11.85	15.91	14.10	0.57

*Nota:* La adición del 25 % de cenizas de tusa de maíz reduce la densidad seca máxima en aproximadamente 1.12 %, la cohesión en 49.64 % y la carga admisible en 25.97 %, evidenciando que un alto contenido de ceniza disminuye significativamente la resistencia y capacidad portante del suelo en comparación con el suelo natural.

El comportamiento del suelo natural en comparación con el suelo estabilizado con 25 % de cenizas de tusa de maíz (CM), evidenciando que un porcentaje elevado de adición de ceniza genera cambios desfavorables en algunas propiedades mecánicas del suelo. En relación con la máxima densidad seca, el suelo natural presenta un valor de 1.78 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el suelo con 25% de ceniza registra 1.76 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa una disminución de 0.02 g/cm<sup>3</sup>, equivalente aproximadamente a 1.12 %. Esta reducción indica que una mayor proporción de ceniza puede afectar negativamente la capacidad de compactación del suelo.

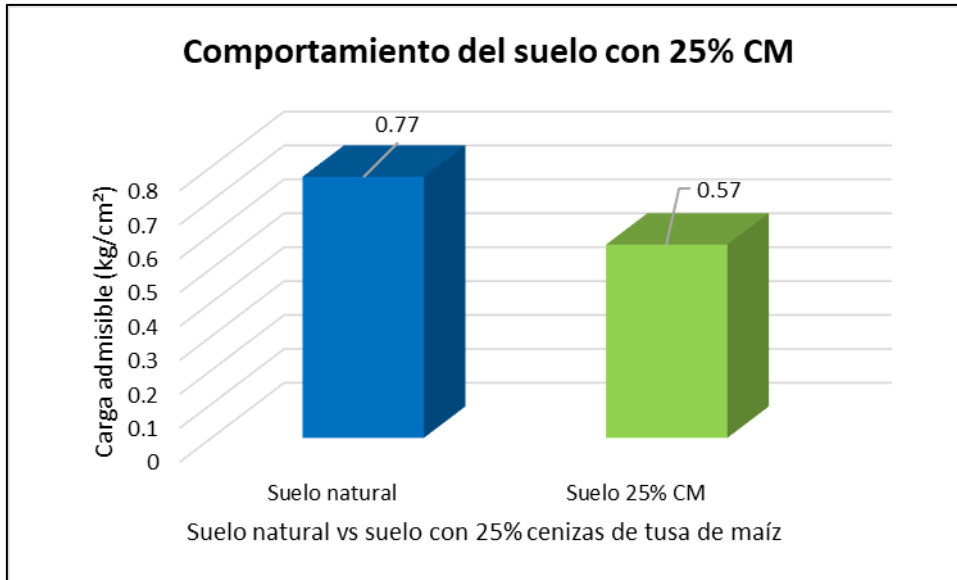
En cuanto al óptimo contenido de humedad (OCH), se observa una disminución considerable de 14 % en el suelo natural a 11.85 % en el suelo estabilizado, lo que representa una reducción de 2.15 puntos porcentuales, equivalente aproximadamente a 15.36 %. Asimismo, la humedad natural también disminuye de 17.07 % a 15.91 %, registrando una reducción de 1.16 puntos porcentuales, equivalente aproximadamente a 6.79 %. Estas variaciones indican que el suelo estabilizado requiere menor cantidad de agua para alcanzar su máxima compactación, aunque esto no necesariamente se traduce en una mejora de su resistencia mecánica.

Al analizar la resistencia al corte, se observa una disminución significativa en el parámetro de cohesión (C'), el cual pasa de 28 kN/m<sup>2</sup> en el suelo natural a 14.10 kN/m<sup>2</sup> en el suelo con 25 % de cenizas, lo que representa una reducción de 13.90 kN/m<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 49.64 %. Esta disminución evidencia que un contenido elevado de ceniza reduce considerablemente la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. De igual manera, la carga admisible disminuye de 0.77 kg/cm<sup>2</sup> a 0.57 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una reducción de 0.20 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 25.97 %. Este

resultado indica una disminución importante en la capacidad portante del suelo cuando se incorpora un porcentaje excesivo de cenizas.

**Figura 15**

*Comportamiento del suelo con 25% de cenizas de tusa de maíz*



*Nota:* El gráfico evidencia que la estabilización del suelo con 25 % de cenizas de tusa de maíz reduce la carga admisible de 0.77 a 0.57 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una disminución aproximada del 25.97 %, indicando que un contenido elevado de ceniza afecta negativamente la capacidad portante del suelo en comparación con el suelo natural.

El gráfico muestra la comparación de la carga admisible entre el suelo natural y el suelo estabilizado con 25 % de cenizas de tusa de maíz (CM). De acuerdo con los valores representados, el suelo natural presenta una carga admisible de 0.77 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el suelo con 25 % de cenizas alcanza únicamente 0.57 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa una disminución de 0.20 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente a 25.97 % en comparación con el suelo sin estabilizar.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación permitieron describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, evidenciándose que la incorporación de este residuo agrícola influye de manera directa en las propiedades físico-mecánicas del suelo. En términos generales, se observó que la densidad seca máxima aumentó progresivamente desde  $1.78 \text{ g/cm}^3$  en el suelo natural hasta  $1.90 \text{ g/cm}^3$  con 15 % de ceniza, mientras que la carga admisible se incrementó de  $0.77 \text{ kg/cm}^2$  a  $0.88 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa una mejora aproximada del 14.29 %. Asimismo, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % hasta valores cercanos a 13.10 % con 15 % de adición, lo que indica una mejor eficiencia en el proceso de compactación del suelo.

Estos resultados guardan relación con lo reportado por Okeke et al. (2024), quienes señalaron que la ceniza de tusa de maíz puede mejorar las propiedades mecánicas del suelo mediante reacciones de tipo puzolánico que favorecen la densificación y resistencia del material. Del mismo modo, Carranza y Gavidia (2022) encontraron que la adición de cenizas agrícolas incrementa la resistencia al corte y la capacidad portante del suelo, mejorando su comportamiento para cimentaciones superficiales. Asimismo, Huarcaya (2022) evidenció que la incorporación de cenizas vegetales reduce la plasticidad del suelo y aumenta el índice de soporte CBR, lo que confirma el potencial de estos residuos como estabilizantes naturales.

No obstante, se muestra que porcentajes elevados de ceniza (20 % y 25 %) generan una disminución en la cohesión y en la capacidad portante del suelo, lo que indica que el exceso de material estabilizante puede alterar la estructura interna del suelo y reducir su resistencia. Este comportamiento coincide con lo reportado por Fernández et al. (2022), quienes concluyeron que altas proporciones de ceniza pueden reducir la densidad seca y la capacidad portante del suelo cuando se supera el contenido óptimo de estabilización.

La incorporación del 5 % de cenizas de tusa de maíz genera una mejora moderada en la capacidad de soporte del suelo, evidenciada en el incremento de la densidad seca máxima de  $1.78$  a  $1.825 \text{ g/cm}^3$  y de la carga admisible de  $0.77$  a  $0.79 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa una mejora aproximada del 2.60 %. Asimismo, se observó una ligera reducción en el óptimo contenido de humedad (14 % a 13.80 %) y en la humedad natural (17.07 % a 16.68 %), lo que favorece el proceso de compactación del suelo.

Consistentes con lo reportado por Martínez y Cabrejos (2024), quienes observaron que la incorporación de ceniza de tusa de maíz en porcentajes bajos mejora las

propiedades físicas y mecánicas del suelo, reduciendo la plasticidad y aumentando la capacidad de soporte para su uso en subrasantes. De manera similar, Erwanto et al. (2021) reportaron un incremento del 9.73 % en la capacidad portante mediante la incorporación de ceniza de tusa de maíz combinada con otros aditivos, evidenciando la efectividad de este residuo agrícola como estabilizante.

En el caso del 10 % de ceniza, los resultados evidencian una mejora más significativa en la capacidad portante del suelo. La densidad seca máxima aumentó de 1.78 a 1.85 g/cm<sup>3</sup> (3.93 %) y la carga admisible se incrementó de 0.77 a 0.81 kg/cm<sup>2</sup>, representando un aumento aproximado del 5.19 %. Asimismo, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % a 13.60 %, lo cual indica una mejora en el comportamiento de compactación.

Coinciden con lo reportado por Carranza y Gavidia (2022), quienes encontraron que la incorporación de 8 % de ceniza de panca de maíz produjo mejoras significativas en la resistencia al corte y en la capacidad portante del suelo, incrementando los valores de cohesión y fricción interna. De manera similar, Torres (2022) determinó que la incorporación de 6 % de ceniza de rastrojo de maíz mejoró considerablemente la resistencia del material de afirmado, incrementando la capacidad de soporte hasta en 77.61 %.

Los resultados obtenidos con 15 % de ceniza de tusa de maíz muestran la mayor mejora en la capacidad portante del suelo. La densidad seca máxima alcanzó 1.90 g/cm<sup>3</sup>, mientras que la carga admisible aumentó de 0.77 a 0.88 kg/cm<sup>2</sup>, representando un incremento aproximado del 14.29 %. Además, se registró una reducción en el óptimo contenido de humedad a 13.10 %, lo cual indica un comportamiento más eficiente durante la compactación.

Coinciden con lo señalado por Okeke et al. (2024), quienes reportaron que la incorporación de ceniza de tusa de maíz puede mejorar significativamente las propiedades mecánicas de los suelos, logrando valores elevados de resistencia cuando se utilizan proporciones adecuadas del material. Asimismo, Polinario (2021) encontró que la adición controlada de ceniza volcánica mejora considerablemente la capacidad portante del suelo, identificando un porcentaje óptimo de estabilización.

De igual manera, los resultados guardan relación con lo reportado por Huarcaya (2022), quien determinó que la incorporación de cenizas agrícolas en porcentajes de hasta 15 % mejora significativamente el índice CBR y reduce la plasticidad del suelo. En este sentido, los resultados de la presente investigación confirman que el 15 % de ceniza

representa el porcentaje óptimo de estabilización, ya que maximiza la capacidad portante del suelo sin afectar negativamente sus propiedades mecánicas.

En el caso del 20 % de ceniza, los resultados evidencian que el incremento en la capacidad portante ya no es significativo. Aunque la densidad seca máxima aumentó ligeramente a  $1.81 \text{ g/cm}^3$  y la carga admisible alcanzó  $0.79 \text{ kg/cm}^2$ , se observó una reducción en la cohesión del suelo de 28 a  $24.95 \text{ kN/m}^2$ .

Estos resultados coinciden con lo reportado por Fernández et al. (2022), quienes encontraron que la adición excesiva de cenizas puede generar una reducción en la densidad seca máxima y en la resistencia mecánica del suelo, debido a que el material estabilizante comienza a reemplazar la fracción resistente del suelo. Asimismo, estudios como el de Phongthorn et al. (2024) señalan que proporciones elevadas de materiales estabilizantes pueden generar microfisuras o debilitar la estructura interna del suelo si se supera el contenido óptimo.

Por lo tanto, los resultados obtenidos indican que el incremento del contenido de ceniza más allá del porcentaje óptimo no necesariamente mejora el comportamiento geotécnico del suelo.

Finalmente, los resultados obtenidos con 25 % de ceniza de tusa de maíz evidencian un comportamiento desfavorable en la capacidad de soporte del suelo. La densidad seca máxima disminuyó a  $1.76 \text{ g/cm}^3$ , mientras que la carga admisible se redujo de  $0.77$  a  $0.57 \text{ kg/cm}^2$ , representando una disminución aproximada del 25.97 %. Asimismo, la cohesión disminuyó significativamente de 28 a  $14.10 \text{ kN/m}^2$ , lo que refleja una pérdida considerable en la resistencia al corte del suelo.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Fernández et al. (2022), quienes concluyeron que altos porcentajes de ceniza pueden disminuir la capacidad portante del suelo debido a la reducción de su densidad y cohesión. De manera similar, Okeke et al. (2024) señalaron que la adición excesiva de ceniza puede afectar negativamente las propiedades mecánicas del material cuando se supera el contenido óptimo.

## V. CONCLUSIONES

### PRIMERO

Los resultados muestran que la estabilización del suelo con cenizas de tusa de maíz influye en la capacidad de soporte del material, generando variaciones en sus propiedades físico-mecánicas según el porcentaje de adición. Se observó que la densidad seca máxima aumentó progresivamente desde 1.78 g/cm<sup>3</sup> en el suelo natural hasta 1.90 g/cm<sup>3</sup> con 15 % de ceniza, mientras que el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % hasta valores cercanos a 11.85 %. Asimismo, la carga admisible presentó mejoras desde 0.77 kg/cm<sup>2</sup> en el suelo natural hasta 0.88 kg/cm<sup>2</sup> con 15 % de ceniza, evidenciando una mejora máxima de aproximadamente 14.29 %. Sin embargo, porcentajes mayores como 20 % y 25 % mostraron reducciones en la cohesión y en la capacidad portante. En general, se determina que la estabilización con ceniza de tusa de maíz mejora la capacidad de soporte del suelo, siendo el 15 % el porcentaje más favorable para su aplicación en cimentaciones.

### SEGUNDO

Se concluye que, la incorporación del 5 % de cenizas de tusa de maíz genera una mejora moderada en las propiedades geotécnicas del suelo. La densidad seca máxima aumentó de 1.78 a 1.825 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.045 g/cm<sup>3</sup> (2.53 %). Asimismo, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % a 13.80 %, mientras que la humedad natural se redujo de 17.07 % a 16.68 %, favoreciendo el proceso de compactación. En cuanto a la resistencia, la cohesión aumentó de 28 a 28.50 kN/m<sup>2</sup> (1.79 %) y la carga admisible se incrementó de 0.77 a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a 0.02 kg/cm<sup>2</sup> (2.60 %). Estos resultados indican que la adición del 5 % de ceniza mejora ligeramente la capacidad de soporte y la estabilidad del suelo, evidenciando un comportamiento mecánico más favorable para su uso en cimentaciones.

### TERCERO

Se concluye que, la incorporación del 10 % de cenizas de tusa de maíz mejora las propiedades geotécnicas del suelo en mayor medida que el 5 %. La densidad seca máxima aumentó de 1.78 a 1.85 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.07 g/cm<sup>3</sup> (3.93 %), indicando una mejor compactación del material. Asimismo, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % a 13.60 %, mientras que la humedad natural se redujo de 17.07 % a 16.49 %, lo que favorece la estabilidad del suelo durante la compactación. En cuanto a la resistencia, la cohesión se mantuvo en 28 kN/m<sup>2</sup>, pero la carga admisible aumentó de 0.77 a 0.81 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a 0.04 kg/cm<sup>2</sup> (5.19 %). En conjunto, estos

resultados indican que la adición del 10 % de cenizas de tusa de maíz mejora la capacidad portante y el comportamiento mecánico del suelo, favoreciendo su aplicación en cimentaciones.

#### **CUARTO**

Los resultados evidencian que la incorporación del 15 % de cenizas de tusa de maíz genera la mejora más significativa en las propiedades geotécnicas del suelo. La densidad seca máxima aumentó de 1.78 a 1.90 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.12 g/cm<sup>3</sup> (6.74 %), indicando una mayor capacidad de compactación. Asimismo, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % a 13.10 %, mientras que la humedad natural se redujo de 17.07 % a 16.11 %, favoreciendo el proceso de compactación. En cuanto a la resistencia, la cohesión aumentó ligeramente de 28 a 28.10 kN/m<sup>2</sup>, mientras que la carga admisible se incrementó de 0.77 a 0.88 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a 0.11 kg/cm<sup>2</sup> (14.29 %). En conjunto, estos resultados indican que la adición del 15 % de cenizas de tusa de maíz mejora considerablemente la capacidad portante del suelo, evidenciando un comportamiento mecánico más favorable para su uso en cimentaciones.

#### **QUINTO**

La incorporación del 20 % de cenizas de tusa de maíz genera cambios moderados en las propiedades geotécnicas del suelo. La densidad seca máxima aumentó de 1.78 a 1.81 g/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento de 0.03 g/cm<sup>3</sup> (1.69 %). Asimismo, el óptimo contenido de humedad disminuyó de 14 % a 12.98 %, mientras que la humedad natural se redujo de 17.07 % a 16.02 %, favoreciendo el proceso de compactación. Sin embargo, la cohesión disminuyó de 28 a 24.95 kN/m<sup>2</sup>, equivalente a una reducción de 3.05 kN/m<sup>2</sup> (10.89 %), lo que indica una menor resistencia al corte. Por otro lado, la carga admisible aumentó ligeramente de 0.77 a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a 0.02 kg/cm<sup>2</sup> (2.60 %). En conjunto, estos resultados indican que el 20 % de ceniza no mejora significativamente la capacidad de soporte del suelo, pudiendo incluso afectar su resistencia mecánica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a futuros investigadores del área de la ingeniería geotécnica realizar estudios adicionales sobre la estabilización de suelos con ceniza de tusa de maíz empleando porcentajes menores de adición, especialmente inferiores al 10 %, con el fin de analizar si dosis más bajas pueden generar mejoras más consistentes en las propiedades físico-mecánicas del suelo. Esta recomendación puede desarrollarse a corto plazo, mediante ensayos de laboratorio que permitan optimizar la proporción del material estabilizante.

Se sugiere a la comunidad académica y centros de investigación en ingeniería civil ampliar el análisis experimental incorporando otros ensayos geotécnicos complementarios, tales como CBR, corte directo, triaxial y durabilidad, con el propósito de evaluar de manera más integral el comportamiento mecánico del suelo estabilizado. Esta recomendación puede desarrollarse a mediano plazo, permitiendo validar con mayor rigor científico el efecto de la ceniza de tusa de maíz en diferentes condiciones de carga.

Se recomienda a universidades y laboratorios especializados en mecánica de suelos comparar el comportamiento de la ceniza de tusa de maíz con otros estabilizantes tradicionales o alternativos (como cal, cemento u otros residuos agrícolas), con el objetivo de determinar su eficiencia relativa y su posible viabilidad técnica dentro de procesos de estabilización de suelos. Este tipo de investigaciones puede desarrollarse a mediano plazo.

Se sugiere a instituciones académicas y organismos de investigación desarrollar estudios orientados a la caracterización química y mineralógica de la ceniza de tusa de maíz, así como su posible actividad puzolánica, con la finalidad de comprender mejor los mecanismos que influyen en la mejora o reducción de las propiedades geotécnicas del suelo. Esta recomendación puede implementarse a mediano y largo plazo.

Se recomienda que futuras investigaciones experimentales consideren la evaluación del comportamiento del suelo estabilizado bajo condiciones ambientales y de servicio, tales como ciclos de humedad-secado o variaciones de temperatura, con el fin de determinar la estabilidad y durabilidad del material en el tiempo. Esta línea de investigación puede desarrollarse a largo plazo, contribuyendo a generar mayor evidencia científica sobre el uso potencial de residuos agrícolas en la mejora de suelos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andreasen, J., Norgaard, B., Draborg, E., Bogh, C., Yost, J., Brunnhuber, K., Robinson, K., & Lund, H. (2022). Justification of research using systematic reviews continues to be inconsistent in clinical health science—A systematic review and meta-analysis of meta-research studies. *Plos One*, 5, 1–18. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0276955>

Bautista, J. (2022). *Aplicación de cal hidratada con ceniza de madera para la estabilidad de la subrasante en la carretera Larampuquio – Accocapillapata, Ayacucho, 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98582>

Canaza, C. (2024). *Adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso, tramo San Francisco - Santa Rosa, Ayacucho 2024* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/157313>

Carranza, Y., & Gavidia, H. (2022). *Mejoramiento de la capacidad portante del suelo adicionando 2, 8 y 14% de ceniza de panca de maíz en la comunidad de Agaisbamba, Chota - 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/87992f43-6a1b-4eb5-abc7-02945d86a5f6>

Castellanos, W., & Rodríguez, E. (2022). Inclusión de micropilotes como elementos recuperadores de carga en cimentaciones: revisión del estado del conocimiento. *Inclusion of Micropiles as Load Recovery Elements in Foundations: Literature Review*, 27(2), 1–18. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-750X2022000200300&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-750X2022000200300&script=sci_arttext)

Chang, Z., Long, G., Zhou, J., & Ma, C. (2020). Valorization of sewage sludge in the fabrication of construction and building materials: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919305129>

Chero, V. (2024). Population and sample. *International journal of interdisciplinary dentistry*, 17(2), 1–1. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S2452-55882024000200066&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S2452-55882024000200066&script=sci_arttext&tlng=en)

Chirinos, E., Rodríguez, E., & Muñoz, S. (2021). Métodos de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación. *Suelos*

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234912>

Chung, L., & Xiang, X. (2023). A review of cement-based materials as electroceramics. *Ceramics International*, 49, 24621–24642.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272884223013640>

Cobos, D., & Posligua, J. (2024). *Análisis de la capacidad portante del suelo para cimentación de obras civiles sector céntrico sitio Los Bajos del Pechiche, Montecristi* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí].

<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6546>

Costa, C., Herrera, H., & Erreyes, J. (2024). Técnicas e instrumentos de evaluación y su incidencia en el rendimiento académico. *Revista Invecom*, 4(1), 1–16.

<https://revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/2928>

Erwanto, W., Parea, R., & Ermitha, A. (2021). Study of Improving Soil Using Permit, Corn Ash, and Sodium Silicate. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 10, 1–30. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/921/1/012042/meta>

Fernández, A., Flores, I., Gonzáles, L., & Gil, C. (2022). Influencia de los aditivos de ceniza de bagazo de caña y escoria de alto horno al suelo. *Congreso Internacional de Ingeniería Civil de la CUJAE*, 1(5), 1–5.

<https://www.researchgate.net/profile/Aldo-Fernandez->

[Limes/publication/366005296\\_INFLUENCIA\\_DE\\_LOS\\_ADITIVOS\\_DE\\_CENIZA\\_DE\\_BAGAZO\\_DE\\_CANA\\_Y\\_ESCORIA\\_DE\\_ALTO\\_HORNO\\_AL\\_SUELO/links/638d7926ca2e4b239c8d369d/INFLUENCIA-DE-LOS-ADITIVOS-DE-CENIZA-DE-BAGAZO-DE-CANA-Y-ESCORIA-DE-ALTO-HORNO-AL-SUELO.pdf?origin=publication\\_detail&\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ](https://www.researchgate.net/publication/366005296_INFLUENCIA_DE_LOS_ADITIVOS_DE_CENIZA_DE_BAGAZO_DE_CANA_Y_ESCORIA_DE_ALTO_HORNO_AL_SUELO/links/638d7926ca2e4b239c8d369d/INFLUENCIA-DE-LOS-ADITIVOS-DE-CENIZA-DE-BAGAZO-DE-CANA-Y-ESCORIA-DE-ALTO-HORNO-AL-SUELO.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ)

Fruzsina, G. (2020). Comparison of pipette method and state of the art analytical techniques to determine granulometric properties of sediments and soils. *Hungarian research network*, 69, 1–18. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.1.3>

Giunta, M. (2020). Assessment of the environmental impact of road construction: Modelling and prediction of fine particulate matter emissions. *Building and Environment*, 176, 1–18.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132320302249>

Haro, A., Chisag, E., Ruiz, J., & Caicedo, J. (2024). Types and classification of investigations. *Revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2), 1–13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9541046>

Huang, J., Kogbara, R., Hariharan, N., Masad, E., & Little, D. (2021). A state-of-the-art review of polymers used in soil stabilization. *Construction and Building Materials*, 305, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821024405>

Huarcaya, G. (2022). *Estabilización de subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas de cáscara de nuez, Ayacucho – 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111228>

Islam, F., Imran, A., Afzaal, M., Saeed, F., Asghar, A., Shahid, S., Shams, A., Zahra, S., Biswas, S., & Aslam, B. (2024). Nutritional, functional, and ethno-medical properties of sweet corn cob: a concurrent review. *Institute of food science Technology*, 59, 6628–6641. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.16338>

Kanagaraj, B., Lubloy, E., Anand, N., Hlavicka, V., & Kiran, T. (2023). Investigation of physical, chemical, mechanical, and microstructural properties of cement-less concrete – state-of-the-art review. *Construction and Building Materials*, 365, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822036765>

Karibifar, K., Mojtahedi, M., Changxin, C., & Tam, V. (2020). A conceptual foundation for effective construction and demolition waste management. *Cleaner Engineering and Technology*, 1, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790820300197>

Khalid, B., & Alshawamar, F. (2024). Comprehensive Review of Geotechnical Engineering Properties of Recycled Polyethylene Terephthalate Fibers and Strips for Soil Stabilization. *Application and Development of Polymers in Geotechnical Engineering*, 16, 1–18. <https://www.mdpi.com/2073-4360/16/13/1764>

Khan, M., Rehman, A., & Ali, M. (2020). Efficiency of silica-fume content in plain and natural fiber reinforced concrete for concrete road. *Construction and Building Materials*, 244, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820303871>

- Malik, M., Bhattacharyya, S., & Barai, S. (2021). Thermal and mechanical properties of concrete and its constituents at elevated temperatures: A review. *Construction and Building Materials*, 270, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820334024>
- Martínez, M., & Cabrejos, J. (2024). *Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado - Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/784>
- Murthi, P., Poongodi, K., & Gobinath, R. (2020). Effects of Corn Cob Ash as Mineral Admixture on Mechanical and Durability Properties of Concrete – A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 15, 1–18. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1006/1/012027/meta>
- Nedeljkovic, M., Visser, J., Savija, B., Valcke, S., & Schlangen, E. (2021). Use of fine recycled concrete aggregates in concrete: A critical review. *Journal of Building Engineering*, 38, 1–54. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221000528>
- Okeke, F., Ahmed, A., Imam, A., & Hassain, H. (2024). A review of corncob-based building materials as a sustainable solution for the building and construction industry. *Hybrid Advances*, 6, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773207X24001301>
- Ore, B. (2022). *Estabilización de subrasante con adición de cenizas de hojas de schinus molle en el Jr. José Sabogal, Ayacucho – 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96261>
- Phongthorn, J., Panuwat, J., Papantasorn, M., Thanakorn, C., Tchingnabé, P., & Tawat, S. (2024). Evaluation of calcium carbide residue and fly ash as sustainable binders for environmentally friendly loess soil stabilization. *Scientific Reports*, 14(1), 1–39. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-51326-x>
- Polinario, D. (2021). *Mejoramiento del suelo con clasificación SUCS GC-GM mediante la adición de ceniza volcánica en la ciudad de Arequipa* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655919>
- Quijano, D., & Valdivia, F. (2021). *Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito*

Coracora, Ayacucho - 2021 [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86459>

Quispe, R. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos con adición de cal y cenizas de cáscara de cebada, centro poblado de Palián distrito de Huancayo 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10352>

Sánchez, M., Fernández, M., & Díaz, J. (2021). Data collection techniques and instruments: analysis and processing by the qualitative researcher. *Revista Científica UISRAEL*, 8(1), 1–9. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-27862021000300107&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-27862021000300107&script=sci_arttext)

Sarker, A., Ghosh, A., & Mukhopadhyay, S. (2022). Advances and prospects of corn husk as sustainable material in composites and other technical applications. *Journal of Cleaner Production*, 371, 1–18.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622031420>

Sivakrishna, A., Adesina, A., Awoyera, P., & Kumar, K. (2020). Green concrete: A review of recent developments. *materialstoday: proceedings*, 27, 54–58.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785319331918>

Solórzano, J., Vargas, M., Ponce, W., Rosero, E., & Riera, M. (2023). Obtaining biodegradable plastic from corn starch (*Zea mays*). *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 17(1), 19–31.  
<https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt/article/view/4613>

Torres, Y. (2022). *Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91870>

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”. (2021). Código de Ética de la Investigación Científica. *Resolución Rectoral N° 014, 14*, 1–14.  
[https://uct.edu.pe/transparencia-resources/gestion-normativa/RES\\_014-2021\\_R\\_APROBAR\\_CODIGO\\_ETICA\\_INVESTIGACION\\_VERSION\\_10.pdf?t=1672093457](https://uct.edu.pe/transparencia-resources/gestion-normativa/RES_014-2021_R_APROBAR_CODIGO_ETICA_INVESTIGACION_VERSION_10.pdf?t=1672093457)

Uribe, I., Cano, L., & Zapata, A. (2024). Educational research, methodical foundation and methodological. *Énfasis Ambientes de Aprendizaje Mediadados por TIC de la Maestría en Educación UPB*, 1(5), 1–19.

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/12371/investigacion%20educativa%20art14.pdf?sequence=1>

Xiao, C., Tian, J., Chen, Q., & Maochun, H. (2024). Water-stable metal–organic frameworks (MOFs): rational construction and carbon dioxide capture. *Royal Society of Chemistry*, *15*, 1570–1610.  
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2000/ym/d3sc06076d>

Yu, X., Wu, Y., Meng, F., Zhou, X., Lui, S., Huang, Y., & Wu, X. (2024). A review of graph and complex network theory in water distribution networks: Mathematical foundation, application, and prospects. *Water Research*, *253*, 1–18.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135424001386>

Zhang, J., & Wang, H. (2022). Development of offshore wind power and foundation technology for offshore wind turbines in China. *Ocean Engineering*, *266*, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801822025392>

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

**Tabla 13**

*Matriz de consistencia*

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES
Comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con cenizas de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025	<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 5% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?</li> <li>• ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 10% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?</li> <li>• ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 15% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?</li> <li>• ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 20% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?</li> <li>• ¿Cuál es el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 25% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b> Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 5% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.</li> <li>• Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 10% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.</li> <li>• Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 15% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.</li> <li>• Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 20% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.</li> <li>• Describir el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo estabilizado con ceniza de tusa de maíz al 25% de adición para cimentaciones de edificaciones en Ayacucho, 2025.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Variable</b></p> <p>Capacidad de soporte</p> <p>D1: 5% de adición</p> <p>D2: 10% de adición</p> <p>D3: 15% de adición</p> <p>D4: 20% de adición</p> <p>D5: 25% de adición</p>

*Nota:* Diseño de investigación: Descriptivo simple

Anexo 2: Operacionalización de variables

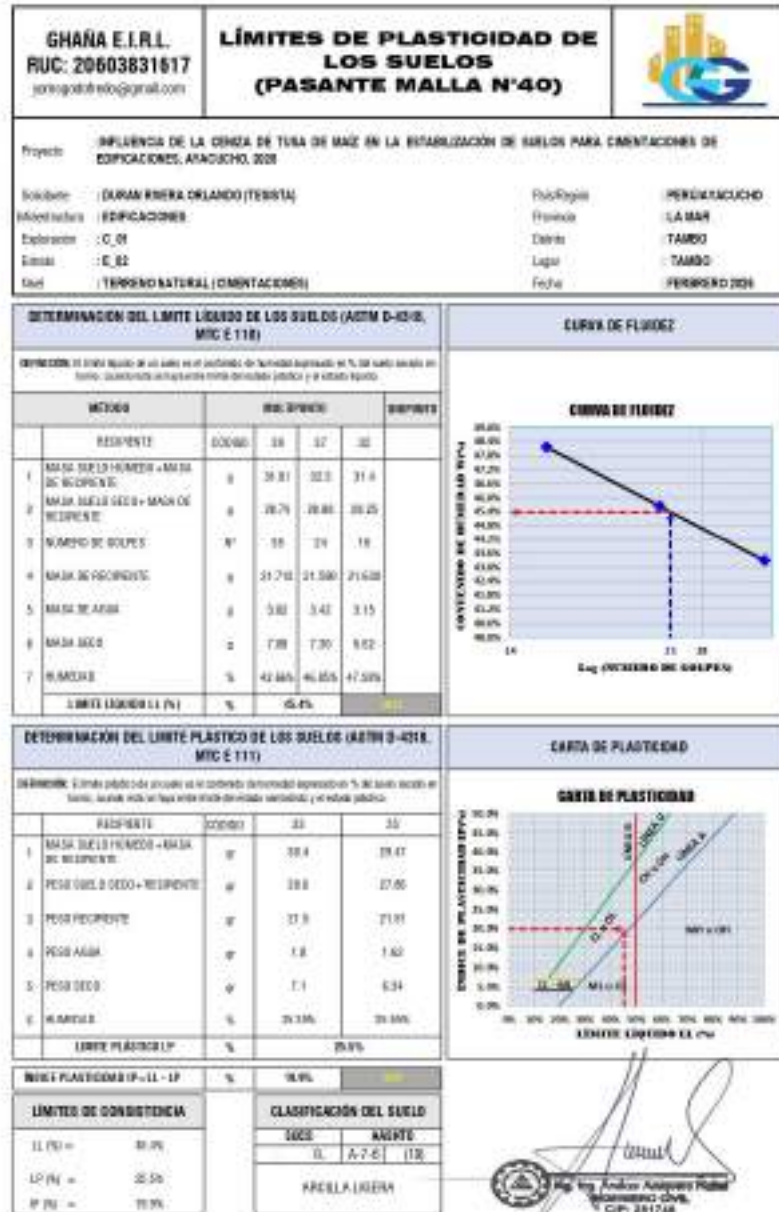
**Tabla 14**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Variable</b> Capacidad de soporte	Es el residuo que queda después de incinerar las mazorcas de maíz, contienen principalmente óxidos de sílice, calcio, potasio y otros minerales, lo que les confiere propiedades puzolánicas y cementantes. Solórzano et al. (2023).	Se determina la capacidad de soporte a la compresión del suelo con la combinación de ceniza de tusa de maíz.	5% de adición 10% de adición 15% de adición 20% de adición 25% de adición

*Nota:* La tabla nos resume de forma detallada las variables y cómo se van a medir.

Anexo 3: Informe de laboratorio



<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603031617</b> <small>peru@ghana.com.pe</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</b>	
<b>Proyecto:</b> RELEVANCIA DE LA CUBIERTA DE PAV DE MDO EN LA CERRAJERÍA DE SUELOS PARA OBREROS DE ESTACIONES DE APACAJIO, IIRSA	<b>Ubicación:</b> OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN (TUBERÍA)	<b>Problema:</b> FERTILIZACIÓN
<b>Interpretación:</b> CIFICACIONES	<b>Estado:</b> C_08	<b>Fecha:</b> 14/08/2018
<b>Operador:</b> E_M	<b>Localidad:</b> S_04	<b>Lugar:</b> 148801
<b>Título:</b> TUBERÍA SUELO OBREROS	<b>Fecha:</b> 02/08/2018	

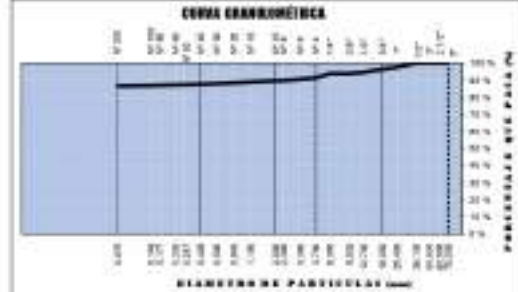
**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4218, D 2487, D 2216, D 4234, D 854, DE 1357)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	SUELO / SUELO		TAMIZO ASTM	RETENIDO (gms)	PERCENTAJE RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	ARCILLA	FINA	2"	75.000	4.08	0.38	0.08	100.00
			1 1/2"	43.000	4.08	0.38	0.08	100.00
1"			34.000	4.08	0.38	0.08	100.00	
3/4"			30.100	4.08	0.38	0.08	100.00	
ARCILLA	MEDIANA	1/2"	25.400	44.43	2.58	2.58	97.42	
		3/8"	19.000	18.86	1.38	3.96	96.04	
		1/4"	12.700	32.77	1.84	5.80	94.20	
		3/16"	9.500	42.58	0.71	6.51	93.49	
ARCILLA	FINA	1/8"	6.350	4.08	0.38	6.89	93.11	
		1/16"	4.750	45.43	2.58	9.47	90.53	
		20#	2.300	25.85	1.48	10.95	89.05	
		40#	2.000	1.55	0.28	11.23	88.77	
ARCILLA	MEDIANA	60#	1.100	15.88	0.85	12.08	87.92	
		100#	0.850	12.20	0.74	12.82	87.18	
		200#	0.425	3.69	0.43	13.25	86.75	
		400#	0.250	2.58	0.28	13.53	86.47	
ARCILLA	GRAN	M 100	0.149	3.17	0.53	14.06	85.94	
		M 200	0.075	4.63	0.28	14.34	85.66	
		425#	0.28	0.21	0.21	14.55	85.45	
		850#	0.175	138.80	86.88	100.00		
TOTAL			175.81	100.00				

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
PESOS		
PESO DEL SUELO	1770.38	g
PESO DEL SUELO LAVADO	340.38	g
PESO DEL SUELO SECO	1530	g

DATOS ESTADÍSTICOS (GRADACIÓN DEL SUELO)		
% PASA	25.38	%
% FINA	74.62	%
% GRAN MEDIANA	1.54	%
% GRAN FINA	1.11	%
% MEDIANA	4.88	%
% MEDIANA GRUESA	1.08	%
% MEDIANA MEDIANA	2.02	%
% MEDIANA FINA	1.28	%
% DEFINIDA	86.63	%

<b>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD</b> $C_u$	8.8	--
<b>COEFICIENTE DE CURVATURA</b> $C_c$	1.5	--
D <sub>10</sub> - (mm)	0.007	99%
D <sub>30</sub> - (mm)	0.038	95%
D <sub>50</sub> - (mm)	0.075	90%
D <sub>60</sub> - (mm)	0.150	85%
D <sub>100</sub> - (mm)	0.250	80%



CLASIFICACION DE SUELOS		
UNIFORMIDAD	BLENDO	
CL	U.S.	(FH)

USO Y APLICACION	ARCILLA		GRAN		SUELO
	FINA	MEDIANA	FINA	GRAN	

Ing. Msc. Américo Acosta Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 851748

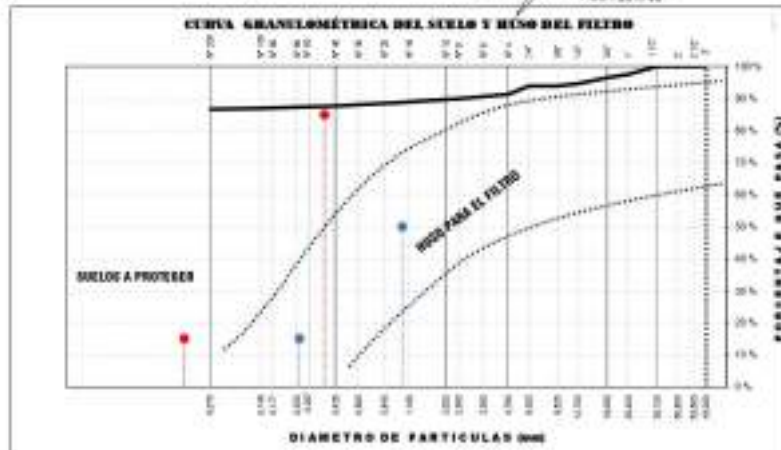
<b>GHANA E.J.R.L.</b> RUC:20603831617 yompedehda@gmail.com		<b>DETERMINACIÓN DE HUSO GRANULOMÉTRICO PARA FILTRO</b>			
Proyecto:	INCLUSIÓN DE LA CEMENTA DE TISA DE MUD EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN COCAJONES, AYACUCHO, PERU				
Ubicación:	DEPARTAMENTO BOLIVIA (TIBETA)	Proyecto:	PROYECTO 040	Provincia:	LA PAZ
Descripción:	ESTRUCTURAS	Distrito:	TIBETO	Localidad:	TIBETO
Estación:	C.M	Fecha:	1 MARZO		
Tramo:	C.30	Turno:	FUERTE 230		
Site:	TERRAZA (MUR) (ESTABILIZACIÓN)				

**OBJETIVO:** Das función principal influye el advenimiento el material de un filtro. La granulometría para el material del filtro debe ser tal que, al ser usado a cualquier nivel de tensión por el filtro lo que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente menor de permeabilidad.

RESUMEN ENSAYOS ESTÁNDARES									
SUELOS A PROTEGER									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS				DIFERENCIALES DE PROPORCIÓN Y CAPACIDAD				CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
CLASIFICACIÓN	4.6%	CLASIFICACIÓN	1.0%	300 mm	8.0513	0.075 mm	0.075	<b>USC</b>	<b>ARROYO</b>
CLASIFICACIÓN	0.96%	CLASIFICACIÓN	0.07%	200 = (aprox)	8.0057	0.075 mm	0.0433	SL	SL-A (1)
CLASIFICACIÓN	0.11%	CLASIFICACIÓN	0.04%	850 mm	8.0239	0.075 mm	0.0736	MUELA LIGERA	
CLASIFICACIÓN	0.06%	CLASIFICACIÓN	0.07%	200"	6.3	Co"	1.5		

MATERIAL DE FILTRO	
Según Tercera y Cuarta 1987	Adicionalmente Según el Departamento de Materia de los Estados Unidos 1971
$N_{1.4} = 0.845 = 0.075 \text{ mm}$	$D_{1.4} = 20 D_{0.075} = 1.50 \text{ mm}$
$N_{2.0} = 0.425 = 0.075 \text{ mm}$	$D_{2.0} = 20 D_{0.075} = 0.75 \text{ mm}$

  
 Ing. Víctor Augusto Paredes  
 Ingeniero Civil  
 Y.C.P. 281746



<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> yanogobolnec@gmail.com	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTO E 115 Y ASTM D 1557)</b>	
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE HUIZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS FINA CREDITADONIS DE EDIFICACIONES APAGUJHO, 2825 Ubicación : SURUN WIRUN ORLANDO (TIGRITA) Estructuras : EDIFICACIONES Elevation : C_05 Control : E_02 Suelo : TERRENO NATURAL (CREDITADONIS)	País/Región : PERU/AYACUCHO Provincia : LA HERRERA Distrito : TAMBO Lugar : TAMBO Fecha : FEBRERO 2020	

DATOS DEL ENSAYO			
% Retenido acumulado malla 3/4"	%	3.38	CLASIFICACIÓN SUCS : UC AFDLIA UBISA A.S.T.E (TR)
% Retenido acumulado malla 3/8"	%	6.11	
% Retenido acumulado malla #4"	%	8.67	

MÉTODO	BRITÁNICA A 150g	MOLDE			Nº DE CAPAS	Nº GOLPES
		DIÁMETRO	CÓDIGO	MASA		
A	Proceso Tamiz Nº7	4"	M4	4090.0 g	994.19 cm <sup>3</sup>	5

ENSAYO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO						
1	Determinación	Nº	Cap. 1:	Cap. 2:	Cap. 3:	Cap. 4:
2	Masa del molde + Masa del suelo	g	5758	5678	6880	5780
3	Masa del suelo compactado	g	1854	1874	1864	1884
4	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.75	1.86	2.02	1.78
5	DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.58	1.76	1.78	1.68

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO						
6	Tasa	CÓDIGO	85	87	40	28
7	Masa de tara + Masa de suelo húmedo	g	359.70	538.38	851.80	815.50
8	Masa de tara + Masa del suelo seco	g	500.00	498.68	575.00	583.80
9	Masa del tara	g	88.80	85.40	85.30	88.00
10	Masa del agua	g	46.70	52.50	76.80	76.58
11	Masa del suelo seco	g	483.20	428.68	859.50	464.70
12	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.29	12.47	18.95	17.12



**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603631617**  
 gomasobreda@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA  
 SUELOS (MTC E 108)**



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE RAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBIETACIONES DE EDIFICACIONES, ATACUHO, 2020  
 Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)  
 Beneficiario : EDIFICACIONES  
 Especificación : C\_01  
 Estado : E\_02  
 Nivel : TERRENO NATURAL (ORIENTACIONES)  
 País/Región : PERÚ/MAYACUCHO  
 Provincia : LA MAR  
 Distrito : TAMBO  
 Localidad : TAMBO  
 Fecha : FEBRERO 2020

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

NUESTRA	: E_02			
RECIPENTE	CÓRGO	1000	1000	1000
PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE DE LA MUESTRA	g	503.65	572.65	572.65
PESO SUELO SECO + RECIPENTE DE LA MUESTRA	g	520.15	562.65	562.65
PESO RECIPENTE	g	91.17	91.17	91.17
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	73.50	70.00	70.00
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	428.98	411.48	411.48
HUMEDAD	%	17.13	17.01	17.01
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ( w )</b>	<b>%</b>	<b>17.07%</b>		

Ing. Andrés Amador Pineda  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 241748

**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yorng.godofredo@gmail.com

**DENSIDAD INSITU POR  
 EL METODO DEL CONO  
 DE ARENA (NTP  
 339.143, MTC E 117)**



Proyecto	: INFLUENCIA DE LA CEMZA DE TUSA DE MAZ EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2024		
Solicitante	: DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)	País/Región	: PERÚ/AYACUCHO
Infraestructura	: EDIFICACIONES	Provincia	: LA MAR
Exploración	: C_01	Distrito	: TAMBO
Estadio	: E_02	Lugar	: TAMBO
Título	: TERRENO NATURAL (CIMENTACIONES)	Fecha	: FEBRERO 2025

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

RECIPIENTE	código	1000	1000
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	594	573
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	520	503
PESO RECIPIENTE	g	91	91
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	74	70
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	429	411
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	17.13%	17.01%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>17.07%</b>	

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

IDENTIFICACIÓN	UND	DATOS
DENOMINACION DEL EQUIPO USADO	Nombre	CONO 1
DENSIDAD APARENTE DE LA ARENA SUELTA EMPLEADA	g/cm <sup>3</sup>	1.451
PESO DE ARENA DEL CONO Y ESPACIO DE LA PLACA BASE	g	1,610.25
PESO DE LA MUESTRA DE SUELO HUMEDO	g	5,329.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA RETENIDO EN MALLA DE 1 1/2"	g	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA DE CONTROL	g	5,329.00
PESO DEL EQUIPO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO	g	4,594.00
PESO DEL EQUIPO CON ARENA REMANENTE	g	2,914.00
VOLUMEN DEL HOYO DE ENSAYO	cm <sup>3</sup>	2,785.59
VOLUMEN DEL MUESTRA RETENIDA EN LA MALLA 1 1/2"	cm <sup>3</sup>	0.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA DE CONTROL	cm <sup>3</sup>	2,785.59
<b>DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.91</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	17.07%
<b>DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.63</b>
DENSIDAD APARENTE	tn/m <sup>3</sup>	1.91
DENSIDAD SECA	tn/m <sup>3</sup>	1.63
PESO ESPECIFICO APARENTE	KN/m <sup>3</sup>	18.77
PESO ESPECIFICO SECO	KN/m <sup>3</sup>	16.03

Ing. Yorgo Godofredo Duran Rivera  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 381748

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CEMSA DE TUSA DE RAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2022

Trazabilidad : TESISTA (DURAN BEVERA ORLANDO)

Región/Provincia : AYACUCHO/LA MAR

Señalante : EDIFICACIONES

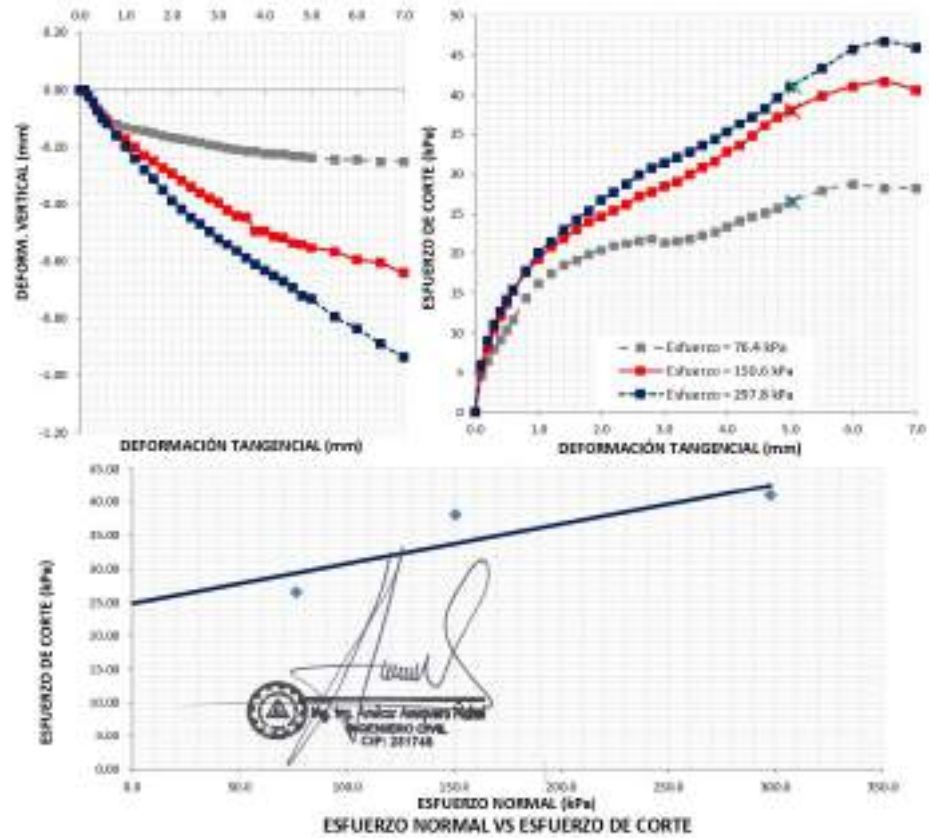
Distrito : TAMBO

Exploración : I.C. 81

Lugar : TAMBO

Estado/Nivel : E-02 / Terreno Natural (CIMENTACIONES)

Fecha : FEBRERO DEL 2022



Ángulo de fricción interna  $\phi$  (°) : 4.0      Cohesión C (kPa) : 28.0

**Análisis de cimentación - NTP E-050 (TERRENO NATURAL)****Datos del terreno de cimentación**

Cohesión	C	=	28.08	K/mc <sup>2</sup>
Ángulo de fricción	$\phi'$	=	4.0	°
Peso específico	$\gamma$	=	18.77	K/mc <sup>3</sup>
Altura del nivel freático	hf	=		m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	=	19.0	K/mc <sup>3</sup>

**Datos geométricos de la cimentación**

Profundidad de cimentación	Df	=	1.6	m
Base de cimentación	B	=	1.80	m
Largo de cimentación	L	=	1.80	m
Ángulo de inclinación del terreno	$\beta$	=	3.80	°

**Datos de las cargas en la cimentación**

Excentricidad	$e_x$	=	1.80	m
Excentricidad	$e_y$	=	1.80	m
Ancho cimentación equivalente	B'	=	1.0	m
Largo cimentación equivalente	L'	=	1.0	m

**Cálculo de la capacidad de carga NTP E 050**

$q_u =$  Capacidad última de carga en la base  $\tau$  Presión vertical de hundimiento

$$q_u = q_1 + c N_c (s_c) + \gamma F_q (s_q) + 1.5 \gamma D_f (s_d) + F_y (s_y)$$

donde:

c	Cohesión
$F_q, F_d, F_y$	Factores de capacidad de carga
$s_c, s_y$	Factores de forma
$k, k_1, k_2$	Factores por la inclinación de la carga
$F_d, F_q, F_y$	Factores de por la profundidad de la cimentación o un talud
	$\gamma$ = Peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación
	$D_f$ = Esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la fórmula son:

$q$ corregido	=	2.97
C corregido	=	18.67

Los factores de capacidad de carga

$F_q = (1 + \frac{D_f}{B}) (1 + \frac{D_f}{L})^{0.75}$	=	1.27
$F_y = (1 + \frac{D_f}{B}) (1 + \frac{D_f}{L})^{0.75}$	=	1.32
$F_c = (1 + \frac{D_f}{L})^{0.75}$	=	1.31

Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:

$s_c = 1 + 0.2 \frac{D_f}{B}$	=	1.20
$s_y = 1 + 0.2 \frac{D_f}{L}$	=	1.30

Los factores por corrección por inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof 1981

Fuerza vertical $D_f$	=	193.00	Tk
Fuerza horizontal $FH_y$	=	1.80	Tk
Fuerza horizontal $FH_x$	=	1.80	Tk
$M_y = D_f (FH_x) (2)$	=	3.52	°
$M_x = D_f (FH_y) (2)$	=	3.52	°
$L_1 = L - (1 - 0.90) L$	=	0.80	
$L_2 = (1.40) L$	=	2.52	

  
Ing. Anibal Amador Hualde  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

## Los factores por corrección por aproximación de la cimentación a una ladera

$\beta \geq 5^\circ$	$F_{1a}$	=	1.80
	$F_{1b}$	=	1.80
	$F_{1c}$	=	1.80
$\beta \geq 5^\circ$	$F_{2a} = 1 - \cos \beta$	=	1.80
	$F_{2b} = e^{-0.09 \beta}$	=	1.80
	$F_{2c} = 1 - \sin \beta$	=	1.80

## Los factores por corrección por aproximación a un talud vertical:

$F_{3a}$	=	1.80
$F_{3b}$	=	1.80
$F_{3c}$	=	1.80

## El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I (D1=hc1+D2)	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	9.2	$\text{Kg/m}^3$
Caso II (D1=hc1+D2+D)	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	0.0	m
	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + \alpha D (\gamma_{sat} - \gamma_w)$	=	9.2	$\text{Kg/m}^3$
Caso III (hc-D2+D)	$\gamma'$	=	18.8	$\text{Kg/m}^3$
Seleccionado	$\gamma'$	=	9.8	$\text{Kg/m}^3$

hw = altura del nivel freático con respecto a la superficie del terreno

## El esfuerzo efectivo en la base de cimentación en condiciones sin labero:

$$q' = 30.03 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

## qa = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación

$$q_u = 168.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{d\text{admiso}}$	1.78	$\text{Kg/cm}^2$
----------------------	------	------------------

## La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido será:

Suelo general	=	$q_{d\text{admiso}} - q_u / F_3$
Suelo fino	=	$q_{d\text{admiso}} - q_u / (F_3 + q)$
$F_3$	=	3


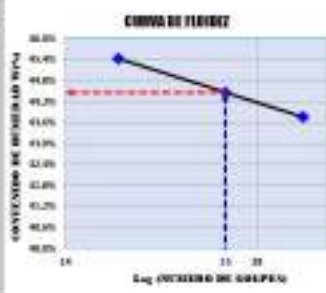
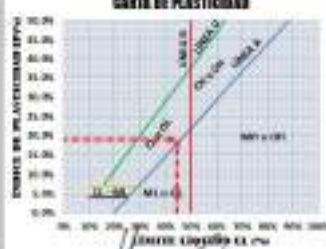

$q_{d\text{admiso}}$	0.77	$\text{Kg/cm}^2$
----------------------	------	------------------

## Selección por hundimiento:

$$q_{d\text{admiso}} = 1.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{d\text{admiso}}$	0.77	$\text{Kg/cm}^2$
----------------------	------	------------------

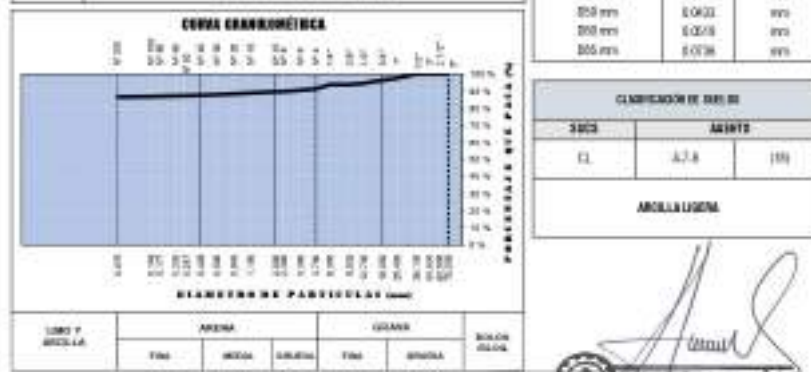
Ing. Víctor Aníbal Torres  
Ingeniero Civil  
CIP: 201748

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> <small>www.gobotoblog@gmail.com</small>		<b>LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE MALLA N°40)</b>																																																			
<b>Proyecto:</b> INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRATORIAS DE EDIFICACIONES, ANAQUCHO, 2020																																																					
<b>Lugar:</b> DURAN RIVERA OKLANDO (TERRITA)		<b>Proyecto:</b> PERUQUILACHO		<b>Provincia:</b> LA MAR																																																	
<b>Edificación:</b> EDIFICACIONES		<b>Dato:</b> TAMBO		<b>Lugar:</b> TAMBO																																																	
<b>Estado:</b> C_01		<b>Fecha:</b> FEBRERO 2020																																																			
<b>Contorno:</b> E_02																																																					
<b>Obj:</b> ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN AL TERRENO NATURAL																																																					
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 118)</b>				<b>CURVA DE FLUIDEZ</b>																																																	
<small>DEFINICIÓN: El límite líquido de un suelo es el porcentaje de humedad expresado en % del suelo seco en estado líquido, determinado en un tubo de ensayo con el método de flujo de cazoleta y el método líquido.</small>																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MÉTODO</th> <th>RESIDUO</th> <th>30</th> <th>27</th> <th>25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>RESIDUO</td> <td>000.00</td> <td>38</td> <td>32</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>		MÉTODO	RESIDUO	30	27	25		RESIDUO	000.00	38	32	30																																									
MÉTODO	RESIDUO	30	27	25																																																	
	RESIDUO	000.00	38	32	30																																																
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>MASA SUELO HUMEDAS + MASA DE RECIPENTE</td> <td>g</td> <td>39.81</td> <td>32.15</td> <td>31.27</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>MASA SUELO SECO + MASA DE RECIPENTE</td> <td>g</td> <td>28.6</td> <td>28.00</td> <td>28.20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>NÚMERO DE GOLPES</td> <td>N°</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>MASA DE FLOQUETE</td> <td>g</td> <td>21.710</td> <td>21.580</td> <td>21.620</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>MASA DE AGUA</td> <td>g</td> <td>5.81</td> <td>5.25</td> <td>5.59</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>MASA SECA</td> <td>g</td> <td>8.89</td> <td>7.31</td> <td>6.59</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>43.66%</td> <td>44.30%</td> <td>45.21%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LÍMITE LÍQUIDO LL (%)</td> <td>%</td> <td colspan="3">44.3%</td> </tr> </tbody> </table>		1	MASA SUELO HUMEDAS + MASA DE RECIPENTE	g	39.81	32.15	31.27	2	MASA SUELO SECO + MASA DE RECIPENTE	g	28.6	28.00	28.20	3	NÚMERO DE GOLPES	N°	25	27	30	4	MASA DE FLOQUETE	g	21.710	21.580	21.620	5	MASA DE AGUA	g	5.81	5.25	5.59	6	MASA SECA	g	8.89	7.31	6.59	7	HUMEDAD	%	43.66%	44.30%	45.21%	LÍMITE LÍQUIDO LL (%)		%	44.3%						
1	MASA SUELO HUMEDAS + MASA DE RECIPENTE	g	39.81	32.15	31.27																																																
2	MASA SUELO SECO + MASA DE RECIPENTE	g	28.6	28.00	28.20																																																
3	NÚMERO DE GOLPES	N°	25	27	30																																																
4	MASA DE FLOQUETE	g	21.710	21.580	21.620																																																
5	MASA DE AGUA	g	5.81	5.25	5.59																																																
6	MASA SECA	g	8.89	7.31	6.59																																																
7	HUMEDAD	%	43.66%	44.30%	45.21%																																																
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)		%	44.3%																																																		
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 111)</b>				<b>CARTA DE PLASTICIDAD</b>																																																	
<small>DEFINICIÓN: El límite plástico de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo seco en estado plástico, cuando éste se pasa por una malla de 425 micras (No. 40) y se estira plástico.</small>																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PASANTE</th> <th>CONTENIDO</th> <th>30</th> <th>27</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>MASA SUELO PASANTE + MASA DE RECIPENTE</td> <td>g</td> <td>19.29</td> <td>19.81</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>PESO SUELO SECO + RECIPENTE</td> <td>g</td> <td>18.25</td> <td>17.65</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PESO RECIPENTE</td> <td>g</td> <td>1.5</td> <td>1.81</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PESO AGUA</td> <td>g</td> <td>1.8</td> <td>1.62</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PESO SECO</td> <td>g</td> <td>1.35</td> <td>1.35</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>33.33%</td> <td>33.33%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LÍMITE PLÁSTICO LP (%)</td> <td>%</td> <td colspan="2">33.33%</td> </tr> </tbody> </table>		PASANTE	CONTENIDO	30	27	1	MASA SUELO PASANTE + MASA DE RECIPENTE	g	19.29	19.81	2	PESO SUELO SECO + RECIPENTE	g	18.25	17.65	3	PESO RECIPENTE	g	1.5	1.81	4	PESO AGUA	g	1.8	1.62	5	PESO SECO	g	1.35	1.35	6	HUMEDAD	%	33.33%	33.33%	LÍMITE PLÁSTICO LP (%)		%	33.33%														
PASANTE	CONTENIDO	30	27																																																		
1	MASA SUELO PASANTE + MASA DE RECIPENTE	g	19.29	19.81																																																	
2	PESO SUELO SECO + RECIPENTE	g	18.25	17.65																																																	
3	PESO RECIPENTE	g	1.5	1.81																																																	
4	PESO AGUA	g	1.8	1.62																																																	
5	PESO SECO	g	1.35	1.35																																																	
6	HUMEDAD	%	33.33%	33.33%																																																	
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)		%	33.33%																																																		
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO IP = LL - LP</td> <td>%</td> <td colspan="2">10.9%</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITE PLÁSTICO IP = LL - LP	%	10.9%																																																	
LÍMITE PLÁSTICO IP = LL - LP	%	10.9%																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES DE CONSISTENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LL (%) =</td> <td>44.3%</td> </tr> <tr> <td>LP (%) =</td> <td>33.33%</td> </tr> <tr> <td>IP (%) =</td> <td>10.9%</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITES DE CONSISTENCIA		LL (%) =	44.3%	LP (%) =	33.33%	IP (%) =	10.9%	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACIÓN DEL SUELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>USCS</td> <td>AGUERO</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>A-7-E (1)B</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ARELLA LIGERA</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACIÓN DEL SUELO		USCS	AGUERO	U	A-7-E (1)B	ARELLA LIGERA																																	
LÍMITES DE CONSISTENCIA																																																					
LL (%) =	44.3%																																																				
LP (%) =	33.33%																																																				
IP (%) =	10.9%																																																				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO																																																					
USCS	AGUERO																																																				
U	A-7-E (1)B																																																				
ARELLA LIGERA																																																					
																																																					

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603831617</b> <small>peru@ghanae.com</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</b>	
<b>Proyecto:</b> RELEVANCIA DE LA CUBIERTA DE PAV DE MÓ en LA CONSTRUCCIÓN DE SUELOS PARA OBREROS DE EDIFICACIONES, APACASO, IIR		
<b>Sitio:</b> OBRAS INFRAESTRUCTURA (TUBERÍA)	<b>País:</b> PERU	<b>Proyecto:</b> PERU-CHINA
<b>Interventor:</b> CONFORCAMES	<b>Fecha:</b> 14/08/2018	<b>Estado:</b> 14880
<b>Operador:</b> C_M	<b>Lugar:</b> 14880	<b>Fecha:</b> 02/08/2018
<b>Notas:</b> E_M		
<b>Obj:</b> ANÁLISIS DE SUELOS DE TIPO DE MÓ EN AL TERMINO INICIAL		

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1357)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	SUELOS / SUELOS		TAMIZO ASTM	RETENCIÓN (g)	RETENCIÓN (g)	RETENCIÓN (%)	RETENCIÓN ACUMULADA (%)	% QUE PASA
	GRUESO	FINA	75	75	75	75	75	
			75	75	75	75	75	
			75	75.00	4.00	0.38	0.00	100.00
			150	83.00	4.00	0.38	0.00	100.00
			300	56.00	4.00	0.38	0.00	100.00
			600	38.00	4.00	0.38	0.00	100.00
			1060	25.40	49.73	2.58	2.58	97.42
			2000	19.00	21.77	1.38	3.96	96.04
			4250	12.70	30.94	1.84	5.80	94.20
			7500	9.50	14.57	0.71	6.51	93.49
			15000	4.70	50.50	2.58	8.09	91.91
			30000	2.30	28.90	1.48	9.57	90.43
			60000	2.00	1.98	0.20	9.77	90.23
			106000	1.70	10.90	0.65	10.42	89.58
			250000	0.85	14.80	0.74	11.16	88.84
			500000	0.425	4.54	0.43	11.59	88.41
			1000000	0.20	1.98	0.20	11.79	88.21
			2000000	0.10	10.30	0.53	12.32	87.68
			4000000	0.075	4.18	0.26	12.58	87.42
			7500000	0.075	0.28	0.21	12.79	87.21
			LAJADO		172.65	86.68	90.00	
			TOTAL		188.82	90.00		



Ing. Víctor Andrés Rodríguez Pareda
   
 INGENIERO CIVIL
   
 C.P. 281748



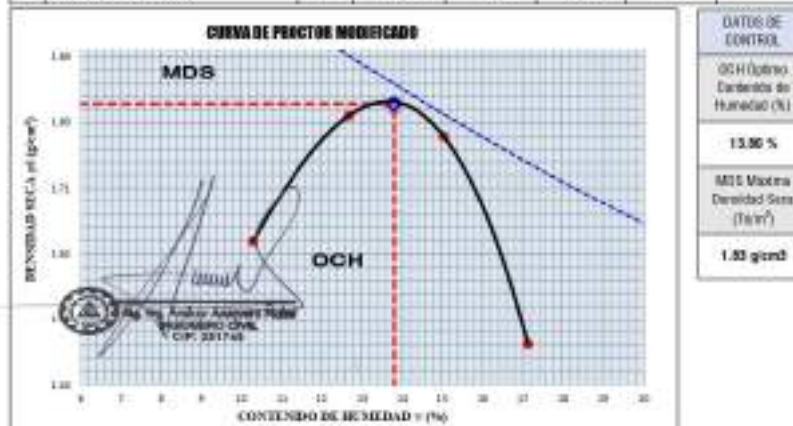
<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603831617</b> yamogoblog@gmail.com	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTO E 115 Y ASTM D 1557)</b>	
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE HUIZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRAS DE EDIFICACIONES, APAGUISHO, 2025 Solicitante : SUPLEN NUBIA ORLANDO (TIGITE) Instalaciones : EDIFICACIONES Ubicación : C_01 Contrato : E_02 Nivel : ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAZ 5% AL TERRENO NATURAL	País/Región : PERU/AYACUCHO Provincia : LA HUIZA Distrito : TAMBO Lugar : TAMBO Fecha : FEBRERO 2020	

DATOS DEL ENSAYO			
% Retenido acumulado malla 3/4"	%	3.76	CLASIFICACIÓN SUCS : AASHTO : CL : ARELLA LIBRETA      A.T.E : (TB)
% Retenido acumulado malla 3/5"	%	6.71	
% Retenido acumulado malla 1/4"	%	8.67	

MÉTODO	BRITNOL A 15AR	MOLE				Nº DE CAPAS	Nº GOLPES
		DIÁMETRO	CÓDIGO	MASA	VOLUMEN		
A	Probeta Tamiz Nº7	4"	04	4090.0 g	964.19 cm <sup>3</sup>	3	25

ENSAYO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO							
1	Determinación	1"	Cap. 1 :	Cap. 2 :	Cap. 3 :	Cap. 4 :	Cap. 5 :
2	Masa del molde + Masa del suelo	g	5800	6029	6030	5750	
3	Masa del suelo compactado	g	1704	1604	1834	1854	
4	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.80	2.84	2.05	1.75	
5	DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.84	1.81	1.78	1.58	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO							
6	Tasa	COBOLD	85	87	40	295	
7	Masa de tasa + Masa de suelo húmedo	g	359.70	538.33	851.00	815.50	
8	Masa de tasa + Masa de suelo seco	g	500.00	498.68	575.00	583.80	
9	Masa del agua	g	89.80	65.40	85.30	89.00	
10	Masa del agua	g	49.70	52.50	76.80	76.58	
11	Masa del suelo seco	g	480.20	428.68	859.50	484.50	
12	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.29	12.47	18.25	17.12	



**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603631617**  
 gomasobreda@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA  
 SUELOS (MTC E 108)**



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2025  
 Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)  
 Beneficiario : EDIFICACIONES  
 Especificación : C\_01  
 Estado : E\_02  
 Nivel : ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 5% AL TERRENO NATURAL

País: Perú  
 Provincia : PERÚ/AYACUCHO  
 Distrito : LA MAR  
 Localidad : TAMBO  
 Fecha : FEBRERO 2024

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

NUESTRA	: E_02			
RECIPENTE	CÓRGI	1000	1000	1000
PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE DE LA MUESTRA	g	651.08	627.68	627.68
PESO SUELO SECO + RECIPENTE DE LA MUESTRA	g	570.74	551.24	551.24
PESO RECIPENTE	g	91.17	91.17	91.17
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	80.34	76.44	76.44
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	479.57	460.07	460.07
HUMEDAD	%	16.75	16.61	16.61
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ( w )</b>	<b>%</b>	<b>16.68%</b>		

  
 Ing. Ing. Andrés Alejandro Pineda  
 Ingeniero Civil  
 C.O.P. 281746

**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yorng.godofredo@gmail.com

**DENSIDAD INSITU POR  
 EL METODO DEL CONO  
 DE ARENA (NTP  
 339.143, MTC E 117)**



Proyecto	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2024		
Solicitante	: DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)	País/Región	: PERÚ/AYACUCHO
Infraestructura	: EDIFICACIONES	Provincia	: LA MAR
Exploración	: C_01	Distrito	: TAMBO
Estadio	: E_02	Lugar	: TAMBO
Título	: ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAIZ 5% AL TERRENO NATURAL	Fecha	: FEBRERO 2025

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

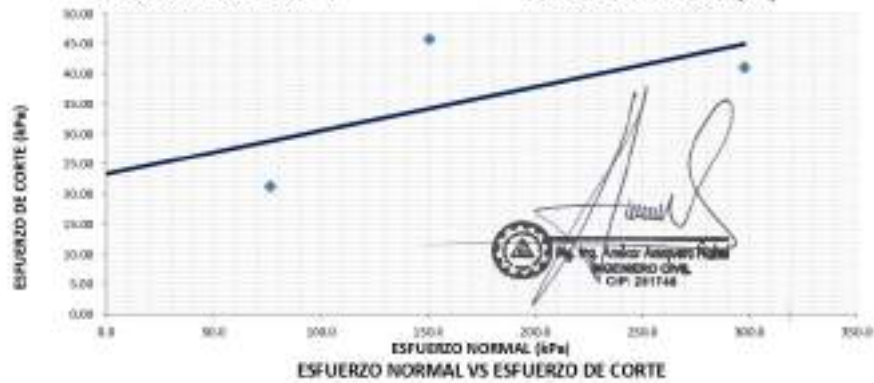
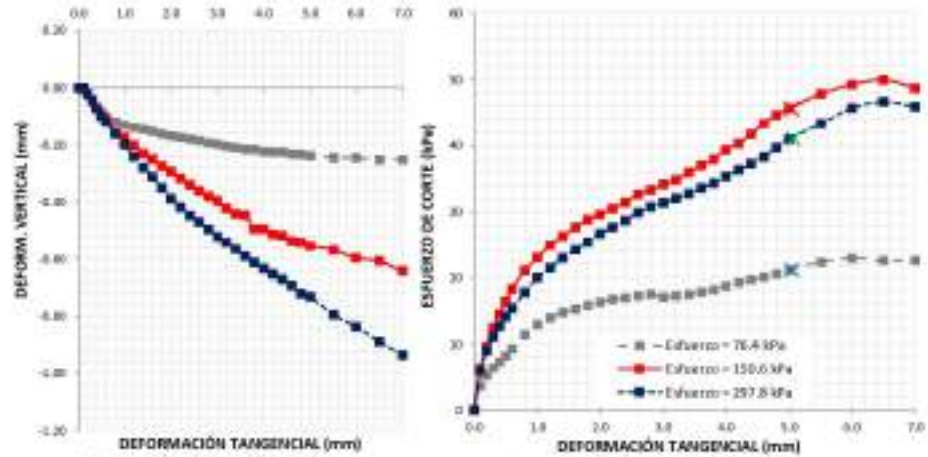
RECIPIENTE	código	1000	1000
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	651	628
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	571	551
PESO RECIPIENTE	g	91	91
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	80	76
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	480	460
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.75%	16.51%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>16.63%</b>	

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

IDENTIFICACIÓN	UND	DATOS
DENOMINACION DEL EQUIPO USADO	Nombre	CONO 1
DENSIDAD APARENTE DE LA ARENA SUELTA EMPLEADA	g/cm <sup>3</sup>	1.451
PESO DE ARENA DEL CONO Y ESPACIO DE LA PLACA BASE	g	1,610.25
PESO DE LA MUESTRA DE SUELO HUMEDO	g	5,330.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA RETENIDO EN MALLA DE 1 1/2"	g	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA DE CONTROL	g	5,330.00
PESO DEL EQUIPO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO	g	4,584.00
PESO DEL EQUIPO CON ARENA REMANENTE	g	2,911.00
VOLUMEN DEL HOYO DE ENSAYO	cm <sup>3</sup>	2,780.60
VOLUMEN DEL MUESTRA RETENIDA EN LA MALLA 1 1/2"	cm <sup>3</sup>	0.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA DE CONTROL	cm <sup>3</sup>	2,780.60
<b>DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.92</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.68%
<b>DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.64</b>
DENSIDAD APARENTE	tn/m <sup>3</sup>	1.92
DENSIDAD SECA	tn/m <sup>3</sup>	1.64
PESO ESPECIFICO APARENTE	KN/m <sup>3</sup>	18.80
PESO ESPECIFICO SECO	KN/m <sup>3</sup>	16.11



Proyecto : INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026  
 Trazabilidad : TESISTA (DURAN BEVERA ORLANDO)  
 Soñotante : EDIFICACIONES  
 Exploración : I.C. 01  
 Escrito/Nivel : E-02 / Adiciones De Ceriza De Tusa De Maíz 5% Al Terreno Nat(Alto) : FEBRERO DEL 2026  
 Región/Provinc. : AYACUCHO/LA MAR  
 Distrito : TAMBO  
 Lugar : TAMBO



Ángulo de fricción interna $\phi'$ (°) :	4.4	Cohesión C' (kPa) :	28.5
--	-----	---------------------	------

### Analisis de cimentación - NTP E-050 (ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 5% AL TERRENO NATURAL)

#### Datos del terreno de cimentación

Cohesión	C	=	28.08	K/mc <sup>2</sup>
Ángulo de fricción	$\phi'$	=	4.4	°
Peso específico	$\gamma$	=	18.88	K/mc <sup>3</sup>
Altura del nivel freático	hf	=		m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	=	19.18	K/mc <sup>3</sup>

#### Datos geométricos de la cimentación

Profundidad de cimentación	Df	=	1.6	m
Base de cimentación	B	=	1.80	m
Largo de cimentación	L	=	1.80	m
Ángulo de inclinación del terreno	$\beta$	=	8.80	°

#### Datos de las cargas en la cimentación

Excentricidad	$e_x$	=	1.80	m
Excentricidad	$e_y$	=	1.80	m
Ancho cimentación equivalente	B'	=	1.0	m
Largo cimentación equivalente	L'	=	1.0	m

#### Cálculo de la capacidad de carga NTP E 050

$q_u = \tau$  Capacidad última de carga en la base  $\tau$  Presión vertical de hundimiento

$$q_u = q_1 + c' N_c (1 + \lambda F_c) + \gamma' N_q (1 + \lambda F_q) + 0.5 \gamma' B' N_\gamma (1 + \lambda F_\gamma)$$

donde:

c	Cohesión
$\lambda = N_q/N_\gamma$	Factores de capacidad de carga
$\lambda = c'/c$	Factores de forma
$\lambda = k_1/k_2$	Factores por la inclinación de la carga
$\lambda = F_c, F_q, F_\gamma$	Factores de por la proximidad de la cimentación a un talud
$\gamma'$	Peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación
$c'$	Esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la fórmula son:

$q$ corregido	=	2.94
C corregido	=	18.08

Los factores de capacidad de carga

$N_q = (1 + \lambda) (1 + \lambda) (1 + \lambda)$	=	1.30
$N_\gamma = (1 + \lambda) (1 + \lambda) (1 + \lambda)$	=	8.82
$N_c = (1 + \lambda) (1 + \lambda) (1 + \lambda)$	=	3.86

Los factores de corrección por forma por De Beer 1979 son:

$\lambda = 1 + 0.2 B/L$	=	1.20
$\lambda = 1 + 0.2 B/L$	=	8.80

Los factores por corrección por inclinación de carga, Según Hanna y Meyerhof 1981

Fuerza vertical $ZV$	=	193.00	Tk
Fuerza horizontal $FH_y$	=	1.80	Tk
Fuerza horizontal $FH_x$	=	1.80	Tk
$\lambda_y = 1 - (FH_y/ZV)$	=	0.91	°
$\lambda_x = 1 - (FH_x/ZV)$	=	0.91	°
$L = L - (1 - \lambda) B$	=	0.80	
$L = (1 + \lambda) B$	=	0.70	

  
Ing. Víctor Antonio Pineda  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

## Los factores por corrección por aproximación de la cimentación a una línea

$3 \leq p \leq 5'$	$F_{21}$	=	1.80
	$F_{22}$	=	1.80
	$F_{23}$	=	1.80
$3 \leq p \leq 5'$	$F_{21} = 1 - 0.025$	=	1.80
	$F_{22} = 0.75$	=	1.80
	$F_{23} = 1 - 0.025$	=	1.80

## Los factores por corrección por aproximación a un talud serán:

	$F_{21}$	=	1.80
	$F_{22}$	=	1.80
	$F_{23}$	=	1.80

## El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I ( $Df > h_w - Df$ )	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	9.3 $KN/m^3$
Caso II ( $Df < h_w - Df$ )	$d = h_w - Df$	=	0.0 m
	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + \alpha Df (\gamma_{sat} - \gamma_w)$	=	9.3 $KN/m^3$
Caso III ( $h_w > Df$ )	$\gamma'$	=	19.8 $KN/m^3$
Seleccionalo	$\gamma'$	=	19.8 $KN/m^3$

 $h_w$  = altura del nivel freático con respecto a la superficie del terreno

## El esfuerzo efectivo en la base de cimentación en condiciones sin labrar:

$$q' = 30.08 \text{ KN/m}^2$$

Por lo tanto

 $q_u$  = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación

$$q_u = 171.40 \text{ KN/m}^2$$

$q_{adm}$	1.75	$Kg/cm^2$
-----------	------	-----------

## La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido será:

Suelo granular	=	$q_{adm} = q_u / FS$
Suelo fino	=	$q_{adm} = (q_u / FS) + q$
$q_a$	=	0


$q_{adm}$	0.78	$Kg/cm^2$
-----------	------	-----------

## Selección por hundimiento:

$$q_{adm} = 1.75 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{adm}$	0.78	$Kg/cm^2$
-----------	------	-----------

Ing. Ing. Amador Aspillero Palma  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> <small>www.gobolito.com@gmail.com</small>		<b>LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE MALLA N°40)</b>			
<b>Proyecto:</b> INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, ANACACHO, SON.					
<b>Solicitante:</b> DURAN RIVERA ORLANDO (TEGSA)		<b>Pais/Region:</b> PERU/AYACUCHO		<b>Provincia:</b> LA MAR	
<b>Identificadores:</b> EDIFICACIONES		<b>Districto:</b> TAMBO		<b>Localidad:</b> TAMBO	
<b>Exploración:</b> C, OI		<b>Legenda:</b>		<b>Fecha:</b> FEBRERO 2018	
<b>Estado:</b> E, R2					
<b>Muestreo:</b> ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 10% AL TERRENO NATURAL					

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 118)					
<b>DEFINICIÓN:</b> El límite líquido es el punto en el contenido de humedad expresado en % de agua seco en tierra, a partir del cual las partículas finas (menores de 0.075 mm) se comportan como un líquido.					
MUESTRA	DESCRIPCIÓN	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	W <sub>U</sub> (%)	LL (%)
1	MAZA DE LA HARINA + MAZA DE RESPONTE	38.80	20.74	31.20	44.4%
2	MAZA DE LA HARINA + MAZA DE RESPONTE	28.80	28.80	28.20	
3	MAZA DE AGUA	34.80	27.80	16.30	
4	MAZA DE RESPONTE	29.71	29.33	21.60	
5	MAZA DE AGUA	3.00	3.20	2.98	
6	MAZA DE AGUA	8.80	7.31	6.00	
7	MAZA DE AGUA	45.50	44.80	43.225	
LÍMITE LÍQUIDO (L.L. %)		44.4%			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 118)					
<b>DEFINICIÓN:</b> El límite plástico es el punto en el contenido de humedad expresado en % de agua seco en tierra, a partir del cual las partículas finas (menores de 0.075 mm) se comportan como un sólido.					
MUESTRA	DESCRIPCIÓN	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	W <sub>U</sub> (%)	LP (%)
1	MAZA DE LA HARINA + MAZA DE RESPONTE	38.80	20.74	31.20	25.4%
2	MAZA DE LA HARINA + MAZA DE RESPONTE	28.80	28.80	28.20	
3	MAZA DE AGUA	34.80	27.80	16.30	
4	MAZA DE RESPONTE	29.71	29.33	21.60	
5	MAZA DE AGUA	3.00	3.20	2.98	
6	MAZA DE AGUA	8.80	7.31	6.00	
7	MAZA DE AGUA	45.50	44.80	43.225	
LÍMITE PLÁSTICO (L.P. %)		25.4%			


  

LÍMITE PLÁSTICO (L.P. - L.L. - L.P.)		W <sub>P</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)
L.L. (%)	L.P. (%)	44.4%	25.4%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
USCS	AGRIETE
U.S.	A-7-6 (1B)
ARCILLA LIGERA	

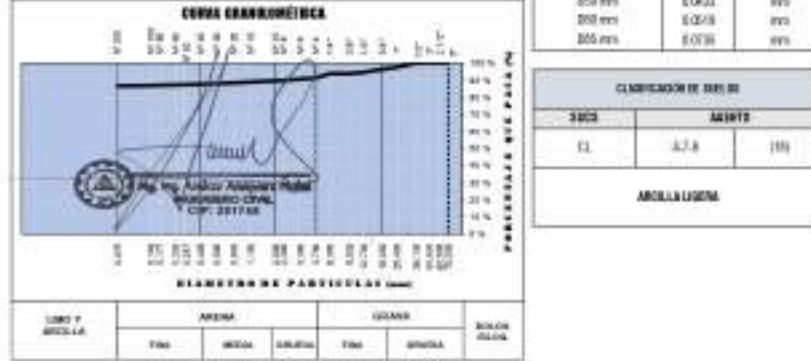


**Ing. Aracely Luján**  
**Aracely Luján**  
PROFESIONISTA EN INGENIERÍA CIVIL  
N.º 12371

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603831617</b> <small>peru@ghanae.com</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</b>	
<b>Proyecto:</b> RELEVANCIA DE LA CUBIERTA DE PAV DE MAZ EN LA CERRAJERÍA DE SUELOS PARA OBREROS DE ZEPEDONES, APACCHIO, IIR		
<b>Sitio:</b> OBRAS INFRAESTRUCTURA (OBRAS) <b>Información:</b> OBRAS INFRAESTRUCTURA <b>Categoría:</b> C_3 <b>Subcategoría:</b> S_34 <b>Nota:</b> ANÁLISIS DE TIPO DE SUELO MAZ 10% A TEMPERATURA	<b>País:</b> PERU <b>Provincia:</b> LA LIMA <b>Ciudad:</b> LIMA <b>Localidad:</b> LIMA <b>Fecha:</b> 02/06/2024	

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1357)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	SUELOS / SUELOS		TAMIZADO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	% QUE PASA
	FINA	GRASA	ASTM	mm	mm	mm	mm	(%)
			3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			3/16"	43.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			1 1/2"	30.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			1"	25.40	49.22	5.48	5.48	87.52
			3/4"	19.00	21.35	1.38	3.84	86.49
			1/2"	12.50	36.98	1.84	5.38	84.02
			3/8"	9.50	14.19	0.71	6.09	83.01
			1/4"	6.35	5.00	0.36	6.09	83.01
			Nº 4	4.75	21.37	2.58	6.65	81.25
			Nº 5	2.80	20.27	1.46	6.11	85.88
			Nº 10	2.00	4.08	0.28	6.31	89.69
			Nº 20	1.18	17.08	0.85	11.16	88.84
			Nº 30	0.85	16.84	0.74	11.98	88.19
			Nº 40	0.425	4.61	0.43	11.55	87.67
			Nº 60	0.25	4.07	0.28	11.53	87.47
			Nº 100	0.149	4.48	0.53	11.05	88.95
			Nº 200	0.075	4.29	0.28	11.01	88.98
			límite inferior					
			límite superior		178.67	66.68	100.00	
			TOTAL	206.37	100.00			





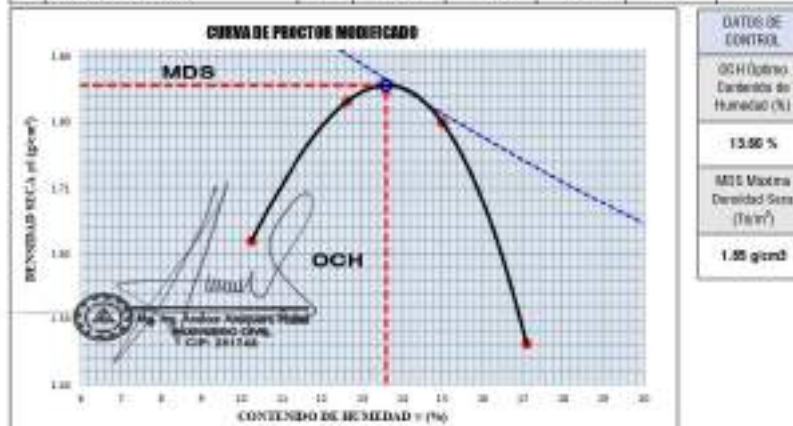
<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603831617</b> yanogobolnec@gmail.com	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTO E 115 Y ASTM D 1557)</b>	
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE TASA DE HÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRAS DE EDIFICACIONES APAGUHO, 2025 Solicitante : SUPLEN MORA ORLANDO (TIGITE) Infraestructura : EDIFICACIONES Ubicación : C. 90 Contrato : E. 02 Tipo : ADICIONES DE CANTIDAD DE TASA DE HÍZ 10% AL TIPO SUELO NATURAL	País/Región : PERU/AYACUCHO Provincia : LA HERRERA Distrito : TAMBO Lugar : TAMBO Fecha : FEBRERO 2020	

DATOS DEL ENSAYO			
% Retenido acumulado malla 3/4"	%	3.34	CLASIFICACIÓN SUCS : AASHTO : CL : ARELLA LIBRESA      A.T.E : (TB)
% Retenido acumulado malla 3/8"	%	5.58	
% Retenido acumulado malla #4"	%	8.85	

MÉTODO	BRITÁNICA A 1500	MOLE				Nº DE CAPAS	Nº GOLPES
		DIÁMETRO	CÓDIGO	MASA	VOLUMEN		
A	Procedimiento Nº 07	4"	001	4090.0 g	984.19 cm <sup>3</sup>	3	25

ENSAYO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO							
1	Determinación	H"	Cap. 1:	Cap. 2:	Cap. 3:	Cap. 4:	Cap. 5:
2	Masa del molde + Masa del suelo	g	5800	6048	6050	5750	
3	Masa del suelo compactado	g	1704	1944	1854	1854	
4	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.80	2.06	2.07	1.75	
5	DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.84	1.83	1.88	1.58	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO							
6	Tasa	COBRO	85	87	40	250	
7	Masa de tasa + Masa de suelo húmedo	g	359.70	538.28	851.80	810.30	
8	Masa de tasa + Masa de suelo seco	g	500.15	498.15	575.15	588.15	
9	Masa del agua	g	88.80	85.40	85.30	88.00	
10	Masa del agua	g	49.35	53.15	76.45	76.05	
11	Masa del suelo seco	g	483.20	478.75	859.20	484.25	
12	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.25	12.83	15.81	17.96	



**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603631617**  
 gomasobreda@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA  
 SUELOS (MTC E 108)**



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026  
 Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TECNISTA)  
 Beneficiario : EDIFICACIONES  
 Exploración : C\_01  
 Estrata : E\_02  
 Nivel : ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 16% AL TERRENO NATURAL

País Región : PERÚ AYACUCHO  
 Provincia : LA MAR  
 Distrito : TAMBO  
 Localidad : TAMBO  
 Fecha : FEBRERO 2026

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

MUESTRA	: E_02			
	CÓDIGO	1000	1000	1000
RECIPENTE				
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPENTE DE LA MUESTRA	g	603.29	609.37	629.37
PESO SUELO SECO + RECIPENTE DE LA MUESTRA	g	581.99	562.06	582.06
PESO RECIPENTE	g	91.17	91.17	91.17
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	91.29	77.31	77.31
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	490.82	470.89	470.89
HUMEDAD	%	16.56	16.42	16.42
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (w)</b>	<b>%</b>	<b>16.49%</b>		

Ing. Andrey Alejandro Rojas  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 281766

**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yamirgodofredo@gmail.com

**DENSIDAD INSITU POR  
 EL METODO DEL CONO  
 DE ARENA (NTP  
 339.143, MTC E 117)**



Proyecto: : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026

Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) País/Región : PERÚ/AYACUCHO

Infraestructura : EDIFICACIONES Provincia : LA MAR

Exploración : C\_01 Distrito : TAMBO

Estado : E\_02 Lugar : TAMBO

Nivel : AURILLONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 10% AL 100% Fecha : FEBRERO 2026

Nivel: **NATURAL**

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

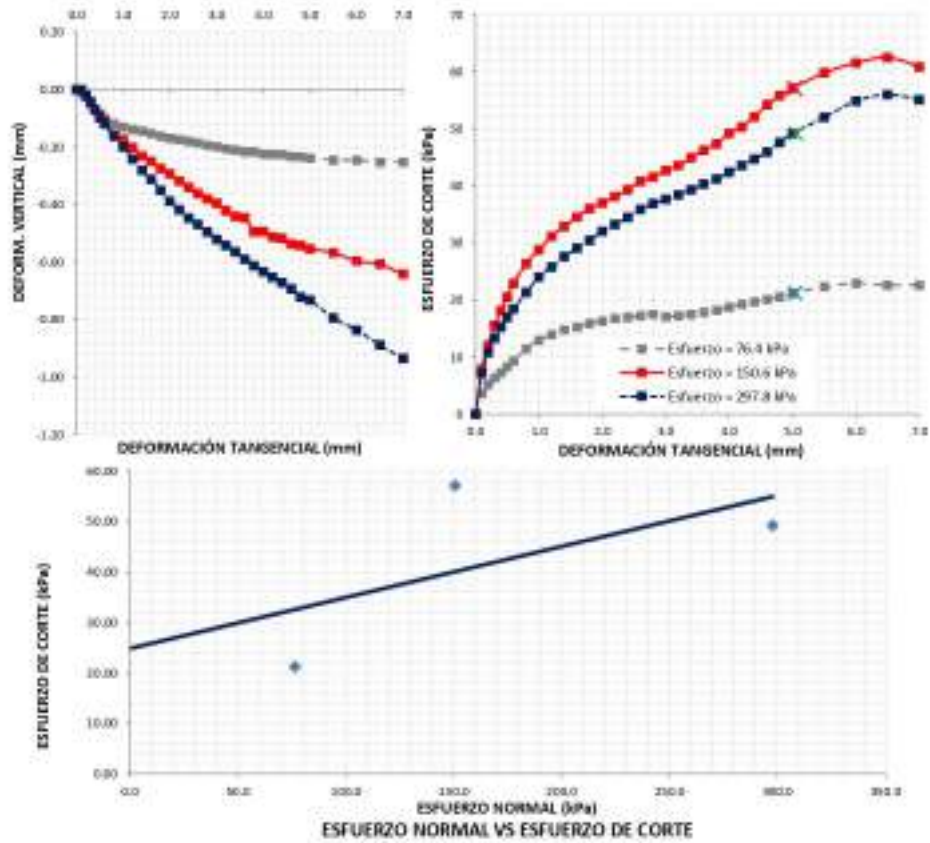
RECIPIENTE	código	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	863	839
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	582	562
PESO RECIPIENTE	g	91	91
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	81	77
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	491	471
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.56%	16.42%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>16.49%</b>	

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

IDENTIFICACION	UND	DATOS
denominación del equipo usado	Nombre	COMO 1
DENSIDAD APARENTE DE LA ARENA SUELTA EMPLEADA	g/cm <sup>3</sup>	1.461
PESO DE ARENA DEL CONO Y ESPACIO DE LA PLACA BASE	g	1,810.25
PESO DE LA MUESTRA DE SUELO HUMEDO	g	4,998.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA RETENIDO EN MALLA DE 1 1/2"	g	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA DE CONTROL	g	4,998.00
PESO DEL EQUIPO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO	g	7,826.00
PESO DEL EQUIPO CON ARENA REMANENTE	g	2,234.00
VOLUMEN DEL HOYO DE ENSAYO	cm <sup>3</sup>	2,568.47
VOLUMEN DEL MUESTRA RETENIDA EN LA MALLA 1 1/2"	cm <sup>3</sup>	0.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA DE CONTROL	cm <sup>3</sup>	2,568.47
<b>DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.93</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.49%
<b>DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.66</b>
DENSIDAD APARENTE	t/m <sup>3</sup>	1.93
DENSIDAD SECA	t/m <sup>3</sup>	1.66
PESO ESPECIFICO APARENTE	kN/m <sup>3</sup>	18.94
PESO ESPECIFICO SECO	kN/m <sup>3</sup>	16.26

  
 Yamir Godofredo  
 Ingeniero Civil  
 CIP 261746

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CEMZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA DIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2008  
 Transcendencia : TESISISTA (DURAN RIVERA ORLANDO) Región/Provincia : AYACUCHO/LA MAR  
 Solicitante : EDIFICACIONES Distrito : TAMBO  
 Exploración : C\_01 Lugar : TAMBO  
 Escrito/Nivel : E-02 / Adiciones De Cemza De Tusa De Maíz 10% Al Terreno Natural FEBRERO DEL 2008



Ángulo de fricción interna $\phi'$ (°) :	5.5	Cohesión C' (kPa) :	28.0
--	-----	---------------------	------

  
 Ing. Ing. Amador Anaya Nolasco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 281748

### Analisis de cimentación - NTP E-050 (ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 10% AL TERRENO NATURAL)

#### Datos del terreno de cimentación

Cohesión	C'	=	28.80	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de Fricción	$\varphi'$	=	5.5	°
Peso específico	$\gamma$	=	18.67	kg/cm <sup>3</sup>
Altura del nivel freático	h <sub>na</sub>	=		m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	=	19.23	kg/cm <sup>3</sup>

#### Datos geométricos de la cimentación

Profundidad de cimentación	Df	=	1.8	m
Base de cimentación	B	=	1.00	m
Largo de cimentación	L	=	1.00	m
Ángulo de inclinación del terreno	$\beta$	=	0.00	°

#### Datos de las cargas en la cimentación

Excentricidad	$e_x$	=	0.00	m
Excentricidad	$e_y$	=	0.00	m
Ancho orientación equivalente	B'	=	1.2	m
Largo orientación equivalente	L'	=	1.2	m

#### Cálculo de la capacidad de carga NTP E 050

$q_u$  = Capacidad última de carga en la base + Presión vertical de hundimiento

$$q_u = q_u' + H_0 \leq q_u' + F_{ot} + q' H_0 q' F_{ot} + 0.5 \gamma' B' H_0 \gamma' F_{ot}$$

donde:

c	Cohesión
$H_0, H_0/\gamma$	Factores de capacidad de carga
$S_c, S_y$	Factores de forma
$I_x, I_y, I_z$	Factores por la inclinación de la carga
$F_{ot}, F_{ot}, F_{ot}$	Factores de por la proximidad de la cimentación a un talud
$\gamma'$	Peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación
$q'$	Esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la fórmula son:

$\gamma$ corregido	=	1.07
C corregido	=	18.67

Los factores de capacidad de carga

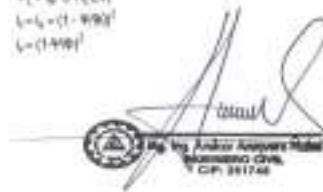
$H_0 = \tan^2(45 + \varphi/2) \cdot C$	=	1.30
$H_y = (H_0 - 1) \tan(1.4\varphi)$	=	2.04
$H_z = (H_0 - 1) \cot \varphi$	=	3.00

Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:

$S_c = 1 + 0.2 B/L$	=	1.20
$S_y = 1 - 0.2 B/L$	=	0.80

Los factores por corrección por inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof 1981

Fuerza vertical $ZV$	=	150.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_x$	=	1.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_y$	=	1.00	Tn
$M_x = H_y \sqrt{FH_x ZV}$	=	3.52	°
$M_y = H_x \sqrt{FH_y ZV}$	=	3.52	°
$I_x = I_y = (1 - 9M^2)$	=	0.99	
$I_z = (1 - 14M^2)$	=	0.82	



## Los factores por conexión por aproximación de la cimentación a una ladera

$\beta \geq 5^\circ$	$F_{1a}$	=	1.00
	$F_{1b}$	=	1.00
	$F_{1c}$	=	1.00
$\beta \geq 5^\circ$	$F_{2a} = 1 - \cos(2\beta)$	=	1.00
	$F_{2b} = \sin^2(2\beta)$	=	1.00
	$F_{2c} = 1 - \sin(2\beta)$	=	1.00

## Los factores por conexión por aproximación a un talud aéreo:

$F_{3a}$	=	1.00
$F_{3b}$	=	1.00
$F_{3c}$	=	1.00

## El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I ( $2 < ha < 3D$ )	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	9.4	$\text{KN/m}^3$
Caso II ( $D \leq ha < 3D$ )	$d = ha - D$	=	0.0	m
	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + d/D (\gamma - \gamma_{sat} + \gamma_w)$	=	9.4	$\text{KN/m}^3$
Caso III ( $ha > 3D$ )	$\gamma'$	=	19.0	$\text{KN/m}^3$
Seleccionado	$\gamma'$	=	19.0	$\text{KN/m}^3$

$ha$  = altura del talud real con respecto a la superficie del terreno

## El esfuerzo efectivo en la base de cimentación en condiciones sin ladera:

$$q' = 33.35 \text{ KN/m}^2$$

Por lo tanto:

 $q_u$  = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación

$$q_u = 176.79 \text{ KN/m}^2$$

$\phi_{limite}$	1.00	$\text{Kg/cm}^2$
-----------------	------	------------------

## La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte es elegida ser:

Suelo granular	=	$q_{ad} = q_u / FS$
Suelo fino	=	$q_{ad} = (q_u - q) / FS + q$
$FS$	=	3

$q_{ad_{limite}}$	0.61	$\text{Kg/cm}^2$
-------------------	------	------------------

## Selección por hundimiento:

$$\phi_{limite} = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{ad_{limite}}$	0.61	$\text{Kg/cm}^2$
-------------------	------	------------------



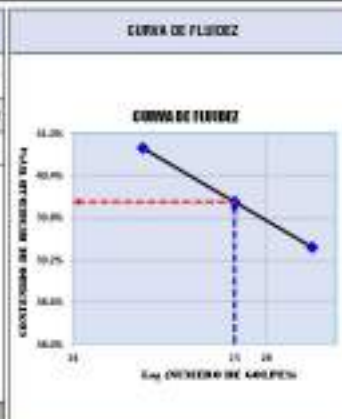
Ing. Andrey Alvarez Nolasco  
Ingeniero Civil  
CIP 281748

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> yariagokhobog@gmail.com	<b>LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE MALLA N°40)</b>	
Proyecto: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OMBITACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2020	Colección: DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)	País/Región: PERU/AYACUCHO
Intelectual: EDIFICACIONES	Explotación: C_01	Provincia: LA BARRA
Estado: E_02	Nivel: ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 15% AL TERRENO NATURAL	Distrito: TAMBOPATA
		Tipo: TAMBOPATA
		Fecha: FEBRERO 2020

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC 6-118)**

**INFORME:** El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo seco en forma líquida, cuando este se traga entre dedos de forma plástica y en estado líquido.

MEDIDA	CÓDIGO	VALORES			
		20	25	30	
1	MASA SUELO HIBRIDO + MASA DE RECIPIENTE	g	39.54	32.12	21.08
2	MASA SUELO SECO + MASA DE RECIPIENTE	g	38.80	28.09	38.42
3	NÚMERO DE GOLPES	g	30.80	25.09	19.88
4	MASA DE RECIPIENTE	g	21.71	21.68	21.63
5	MASA DE AGUA	g	2.78	4.03	2.79
6	MASA SECO	g	7.88	7.33	6.79
7	HUMEDAD	%	35.27%	48.29%	41.08%
<b>LÍMITE LÍQUIDO (L.L. %)</b>		%	<b>40.0%</b>		



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC 6-118)**

**INFORME:** El límite plástico de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo seco en forma líquida, cuando este se traga entre dedos de forma plástica y el estado plástico.

MEDIDA	CÓDIGO	VALORES		
		25	30	
1	MASA SUELO HIBRIDO + MASA DE RECIPIENTE	g	38.06	26.2
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	g	26.45	27.79
3	PESO RECIPIENTE	g	21.5	21.4
4	PESO AGUA	g	1.600	1.430
5	PESO SECO	g	9.851	6.28
6	HUMEDAD	%	22.13%	22.45%
<b>LÍMITE PLÁSTICO (P. %)</b>		%	<b>22.4%</b>	



<b>ÍNDICE PLÁSTICO (PI) = (L.P. - P. %)</b>	%	<b>11.2%</b>
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>		
L.L. (%) =	40.0%	
L.P. (%) =	22.4%	
P. (%) =	22.2%	

<b>CLASIFICACIÓN DEL SUELO</b>	
<b>GRUPO</b>	<b>TIPO</b>
CL	A-7(5) (10)
AYACUCHO	

  
 Ing. Aníbal Anzueto Hualde  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 281748

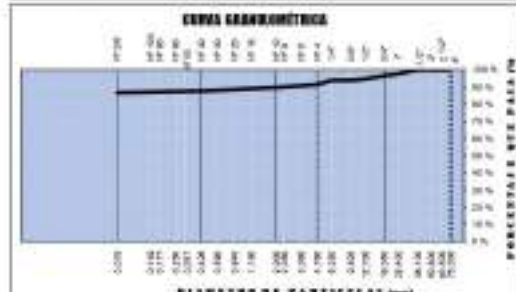
<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> <small>gmgodolindo@gmail.com</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</b>	
<b>Proyecto:</b> REFORMA DE LA CENSA DE TAMA DE MAZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA INVESTIGACIONES DE INGENIEROS, ARQUITECTOS,	<b>Ubicación:</b> ZONA BARRIO ORLANDO (ZONA B)	<b>Problema:</b> PQR00000000
<b>Indicadores:</b> EDIFICACIONES	<b>Proyecto:</b> LA 0001	<b>Dato:</b> TAMBO
<b>Operación:</b> C_M	<b>Ubicación:</b> TAMBO	<b>Fecha:</b> FEBRERO 2025
<b>Control:</b> C_M	<b>Ubicación:</b> TAMBO	
<b>Nota:</b> ACCIONES DE TERCERO DE TAMA DE MAZ PARA LA TERMOESTABILIZACIÓN		

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2278, D 4254, D 854, DE 1557)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZADO (MESH)	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO PASADO (%)	PCT. PASO ACUMULADO (0.75)	% SUE PASO	DATOS DEL MÉTODO GRANULOMÉTRICO		
							PESOS		
	2"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CENSO MOJ.	2049.71	g
	2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CENSO LAVADO	2171.84	g
	2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	POUNDA POR LAVADO	1133.87	g
	1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.400	49.67	2.49	2.49	97.51			
	3/4"	19.000	27.38	1.90	3.39	96.61			
	1/2"	12.500	26.96	1.64	5.03	94.97			
	3/8"	9.500	14.78	0.71	5.74	94.26			
	1/4"	6.250	0.00	0.00	5.74	94.26			
	Nº 4	4.750	57.37	2.56	8.30	91.70			
	Nº 6	2.500	29.21	1.46	10.12	89.88			
	Nº 10	2.000	4.98	0.20	10.32	89.68			
	Nº 15	1.180	17.88	0.85	11.17	88.83			
	Nº 20	0.850	14.80	0.73	11.90	88.10			
	Nº 30	0.600	6.61	0.43	12.33	87.67			
	Nº 40	0.425	4.81	0.20	12.53	87.47			
	Nº 60	0.250	18.40	0.02	12.60	87.40			
	Nº 100	0.150	0.73	0.26	12.81	87.19			
	Nº 200	0.075	0.21	0.01	12.82	87.18			
	LIQUIDO		1781.02	86.60	100.00				
	TOTAL		2049.71	100.00					

DATOS ESTIMADOS (GRADACIÓN DEL SUELO)		
% ARENOSO	13.88	%
% GRASA	8.38	%
% GRASA CRUDA	3.55	%
% GRASA FINA	5.17	%
% ARENA	4.46	%
% ARENA GRUESA	1.88	%
% ARENA MEDIA	2.81	%
% ARENA FINA	0.96	%
% DE FINES	86.60	%

COEFICIENTE DE IMPERMEABILIDAD		
Cu =	6.8	1.1
COEFICIENTE DE CURVATURA		
Cu =	1.4	1.1
D <sub>10</sub> =	0.075	mm
D <sub>15</sub> =	0.075	mm
D <sub>30</sub> =	0.075	mm
D <sub>45</sub> =	0.075	mm
D <sub>60</sub> =	0.075	mm



CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
USCS	USDT	
CL	A.T.4	(H)

**ARCILLA LIGERA**

*[Firma manuscrita]*

**Ing. Msc. Auditor Asociado Pablo ESPINOSA OLIVERA**  
C.P.F. 251744

LIMO Y ARCILLA	ARENA				GRASA		SUELO LIMPIO
	FINA	GRUESA	GRASA	FINA	GRUESA		
	13.88	8.38	3.55	5.17	4.46	86.60	

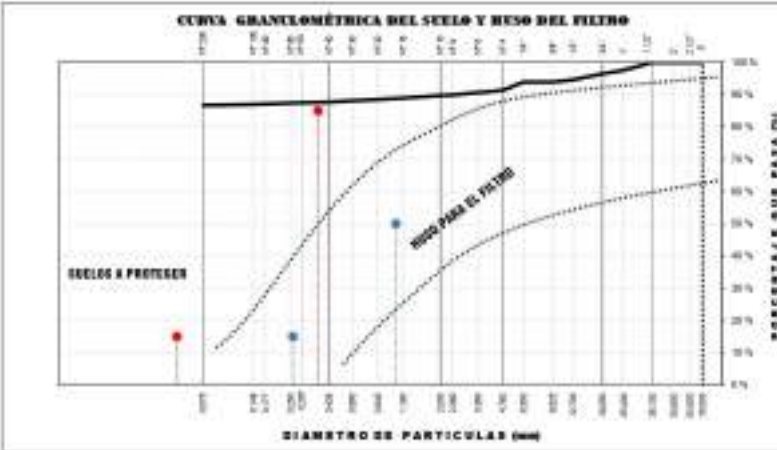
<b>GRAMA E.I.R.L.</b> RUC:20603831617 postgrado@grama.com		<b>DETERMINACIÓN DE HUSO GRANULOMÉTRICO PARA FILTRO</b>			
Proyecto:	DEFINICIÓN DE LA CENOSA DE TUNA DE BAY EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRAS DE OBRAS DE SERVICIOS AFICIOS, S.A.S.				
Solución:	OBRA DE BARRERA DE ALMOY (TUNJA)	Provincia:	PUNO / ANDACOLLO		
Infraestructura:	CERCA PERIMÉTRICA	Proyecto:	LA BARRA		
Posterioridad:	C-21	Marca:	TAMBO		
Estado:	C-21	Lugar:	TAMBO		
Fecha:	ABRIL DE 2024 DE TUNA DE BAY EN EL TERRENO NATURAL				
		Fecha:	FEBRERO 2024		


**INDICACIONES:** Este documento tiene carácter de informe de laboratorio y el material de prueba debe ser el mismo que el que se usará en el proyecto. Si el cliente requiere un informe de laboratorio para el filtro, se debe indicar en el momento de la contratación del servicio con un coeficiente de uniformidad de 1.5.

RECOMENDACIONES ESTÁNDARES							
SUELOS A PROTEGER							
ANILLOS GRANULOMÉTRICOS		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD CURVA F <sub>U</sub>			CLASIFICACIÓN SUELO		
% PASA	0.075	% PASA	0.425	0.075	0.075	0.075	SUC U
% PASA	0.075	% PASA	0.425	0.075	0.075	0.075	
% PASA	0.075	% PASA	0.425	0.075	0.075	0.075	SUC U
% PASA	0.075	% PASA	0.425	0.075	0.075	0.075	
% PASA	0.075	% PASA	0.425	0.075	0.075	0.075	SUC U
% PASA	0.075	% PASA	0.425	0.075	0.075	0.075	

MATERIAL DE FILTRO			
Según Norma N° 1007		Adicio mínimo según el Departamento de Minas de los Estados Unidos (DME)	
D <sub>15</sub> <= 50µm	= 0.21 mm	D <sub>15</sub> <= 25µm	= 1.00 mm
D <sub>30</sub> <= 40µm	= 0.425 mm	D <sub>30</sub> <= 20µm	= 0.20 mm

  
**Ing. Andru Assis**  
 Ingeniero Civil  
 N° CIP: 287748



<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC-20603831617</b> yonagadefredo@gmail.com	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115 Y ASTM D 1557)</b>	
Proyecto: <b>AMPLIACION DE LA CARRERA DE TUNJA DE 10M EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CERRAJAMIENTOS DE CERRAJAMIENTOS, AYACUCHO, 2020</b> Solicitante: <b>DERIAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)</b> Institución: <b>EDIFICACIONES</b> Operación: <b>C-01</b> Estado: <b>C-02</b> Nivel: <b>ADICIONES DE CORREA DE TUNJA DE 10M AL TERRENO NATURAL</b>	País/Región: <b>PERU/AYACUCHO</b> Provincia: <b>LA MAR</b> Distrito: <b>TUNJA</b> Lugar: <b>TUNJO</b> Fecha: <b>FEBRERO 2020</b>	

DATOS DEL ENSAYO		
% Retenido acumulado malla 30"	%	3.30
% Retenido acumulado malla 30"	%	6.70
% Retenido acumulado malla 75"	%	6.60
CLASIFICACIÓN		
SUJO		AMHDO
CL	MS-BLCA UZGTA	A-7-0 (10)

METER	MATERIAL A USAR	MOLE				N° DE CAPAS	M-GOLPES
		DIAMETRO	CODIGO	MACA	VOLUMEN		
A	Pequeño Tambo 10"	10"	304	4000.0 g	944.18 cm <sup>3</sup>	5	25

ENSAYO DE COMPACTACION DEL SUELO						
	M	Exp 1:	Exp 2:	Exp 3:	Exp 4:	Exp 5:
1	Determinación					
2	Masa del molde + Masa del suelo	g	5750	6800	6850	5700
3	Masa del suelo compactado	g	1004	1804	1854	1804
4	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.35	2.02	2.07	1.70
5	<b>EDMERA SECA</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.90</b>	<b>1.81</b>	<b>1.86</b>	<b>1.48</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO						
	Tara	CODIGO	05	07	08	290
1	Masa de tara + Masa de suelo húmedo	g	508.08	534.80	450.90	611.80
2	Masa de tara + Masa del suelo seco	g	508.18	496.10	575.59	523.19
3	Masa del tara	g	66.00	65.40	65.30	66.30
4	Masa del agua	g	45.82	48.41	75.71	78.81
5	Masa del suelo seco	g	402.08	400.70	500.29	454.59
6	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>10.18</b>	<b>11.90</b>	<b>14.87</b>	<b>16.89</b>



**GHAÑA E.I.R.L.**  
 RUC:20603831617  
 yaregoarhelo@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA  
 SUELOS (MTC E 108)**



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TIRA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRANTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2028  
 Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) País/Región : PERÚ/AYACUCHO  
 Infraestructura : EDIFICACIONES Provincia : LA MAR  
 Expediente : E\_01 Distrito : TAMBO  
 Estado : E\_02 Lugar : TAMBO  
 Nivel : ADICIONES DE CENIZA DE TIRA DE MAÍZ 15% AL TERRENO NATURAL Fecha : FEBRERO 2028

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

MUESTRA	: E_02			
RECIPIENTE	CÓDIGO	1080	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	627.39	604.90	604.98
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	552.80	534.01	534.01
PESO RECIPIENTE	g	91.17	91.17	91.17
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	74.70	70.97	70.97
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	461.52	442.84	442.84
HUMEDAD	%	16.19	16.02	16.02
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ( w )</b>	<b>%</b>	<b>16.11%</b>		

  
  
 Ing. Ing. Amador Anzoategui Hualde  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º C.O.P. 281748

**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yamirgodofredo@gmail.com

**DENSIDAD INSITU POR  
 EL METODO DEL CONO  
 DE ARENA (NTP  
 339.143, MTC E 117)**



Proyecto: : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2028

Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) País/Región : PERÚ/AYACUCHO

Infraestructura : EDIFICACIONES Provincia : LA MAR

Exploración : C\_01 Distrito : TAMBO

Estado : E\_02 Lugar : TAMBO

Nivel : AURILLONES DE CENIZA DE TUSA DE MAIZ 10% AL 100% NATURAL Fecha : FEBRERO 2028

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

RECIPIENTE	código	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	827	805
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	553	534
PESO RECIPIENTE	g	91	91
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	75	71
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	482	443
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.19%	16.02%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>16.11%</b>	

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

IDENTIFICACION	UND	DATOS
denominación del equipo usado	Nombre	COMO 1
DENSIDAD APARENTE DE LA ARENA SUELTA EMPLEADA	g/cm <sup>3</sup>	1.461
PESO DE ARENA DEL CONO Y ESPACIO DE LA PLACA BASE	g	1,810.25
PESO DE LA MUESTRA DE SUELO HUMEDO	g	4,378.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA RETENIDO EN MALLA DE 1 1/2"	g	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA DE CONTROL	g	4,378.00
PESO DEL EQUIPO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO	g	7,128.00
PESO DEL EQUIPO CON ARENA REMANENTE	g	2,212.00
VOLUMEN DEL HOYO DE ENSAYO	cm <sup>3</sup>	2,261.29
VOLUMEN DEL MUESTRA RETENIDA EN LA MALLA 1 1/2"	cm <sup>3</sup>	0.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA DE CONTROL	cm <sup>3</sup>	2,261.29
<b>DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.94</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.11%
<b>DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.67</b>
DENSIDAD APARENTE	t/m <sup>3</sup>	1.94
DENSIDAD SECA	t/m <sup>3</sup>	1.67
PESO ESPECIFICO APARENTE	kN/m <sup>3</sup>	18.99
PESO ESPECIFICO SECO	kN/m <sup>3</sup>	16.36

  
 Mg. Ing. Américo Anaya Nolas  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 281148

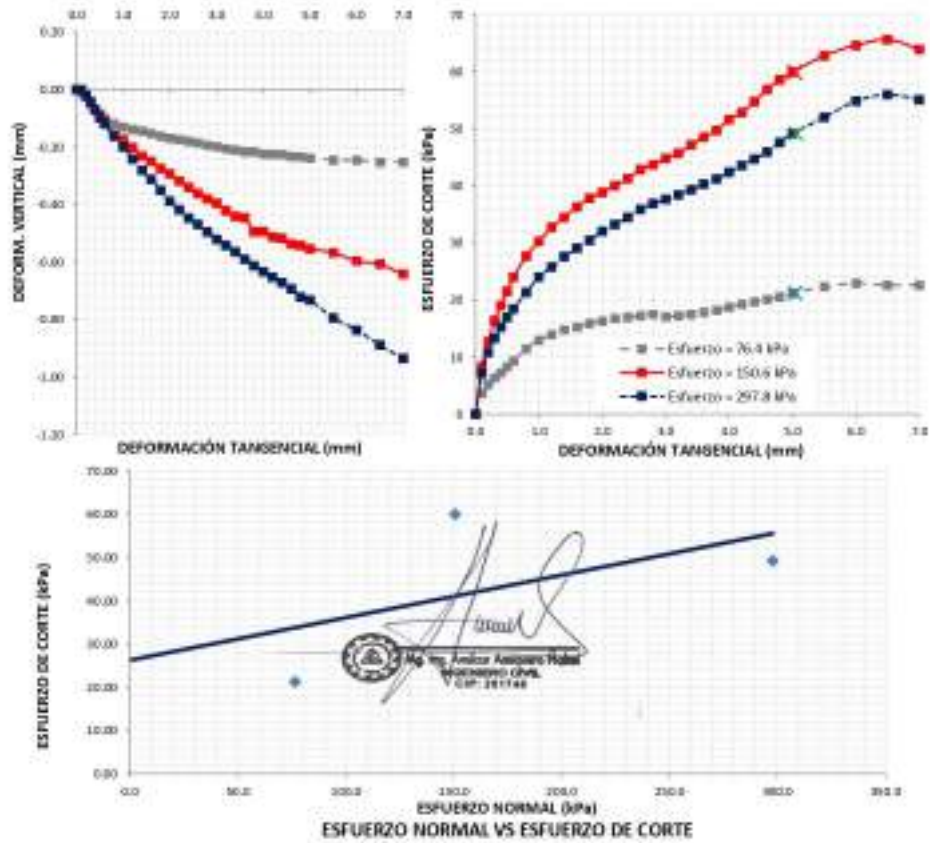
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA DIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026

Transcendencia : TESISISTA (DURAN RIVERA ORLANDO) Región/Provincia : AYACUCHO/LA MAR

Solicitante : EDIFICACIONES Distrito : TAMBO

Exploración : C\_01 Lugar : TAMBO

Estudio/Nivel : E-02 / Adhesión De Ceniza De Tusa De Maíz 15% Al Terreno N- Focha : FEBRERO DEL 2026



Ángulo de fricción interna $\phi'$ (°) :	8.4	Cohesión C' (kPa) :	28.1
--	-----	---------------------	------

*[Signature]*

 **Ing. Orland Duran Rivera**  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

### Analisis de cimentación - NTP E-050 (ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 15% AL TERRENO NATURAL)

#### Datos del terreno de cimentación

Cohesión	C'	=	28.70	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de Fricción	$\varphi'$	=	8.4	°
Peso específico	$\gamma$	=	18.99	kg/cm <sup>3</sup>
Altura del nivel freático	h <sub>af</sub>	=		m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	=	19.44	kg/cm <sup>3</sup>

#### Datos geométricos de la cimentación

Profundidad de cimentación	D'	=	1.8	m
Base de cimentación	B	=	1.00	m
Largo de cimentación	L	=	1.00	m
Ángulo de inclinación del terreno	$\beta$	=	0.00	°

#### Datos de las cargas en la cimentación

Excentricidad	$e_x$	=	0.00	m
Excentricidad	$e_y$	=	0.00	m
Áncho orientación equivalente	B'	=	1.2	m
Largo orientación equivalente	L'	=	1.2	m

#### Cálculo de la capacidad de carga NTP E 050

$q_u$  = Capacidad última de carga en la base + Presión vertical de hundimiento

$$q_u = q_u' + H_0 \leq q_u' + C' + q' N_q i_q F_{qd} + 0.5 \gamma' B' N_{\gamma} F_{\gamma d}$$

donde:

c	Cohesión
$N_x, N_y, N_z$	Factores de capacidad de carga
$S_c, S_y$	Factores de forma
$i_x, i_y, i_z$	Factores por la inclinación de la carga
$F_{qd}, F_{\gamma d}, F_{\gamma d}$	Factores de por la proximidad de la cimentación a un talud
$\gamma'$	Peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación
$q'$	Esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la fórmula son:

$\gamma$ corregido	=	1.02
C corregido	=	16.73

Los factores de capacidad de carga

$N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) e^{2C \cot \varphi}$	=	1.86
$N_y = (N_x - 1) \tan(1.4\varphi)$	=	2.05
$N_z = (N_x - 1) \cot \varphi$	=	3.05

Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:

$S_c = 1 + 0.2 B/L$	=	1.20
$S_y = 1 - 0.2 B/L$	=	0.80

Los factores por corrección por inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof 1981

Fuerza vertical $ZV$	=	150.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_x$	=	1.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_y$	=	1.00	Tn
$M_x = H_y (FH_x/ZV)$	=	0.52	°
$M_y = H_x (FH_y/ZV)$	=	0.52	°
$i_x = i_y = (1 - 9.93 M_x^2)$	=	0.99	
$i_z = (1 - 9.93 M_y^2)$	=	0.99	



## Los factores por conexión por aproximación de la cimentación a una ladera

$\beta \geq 5^\circ$	$F_{1a}$	=	1.00
	$F_{1b}$	=	1.00
	$F_{1c}$	=	1.00
$\beta \geq 5^\circ$	$F_{2a} = 1 - \cos(2\beta)$	=	1.00
	$F_{2b} = \sin^2(2\beta)$	=	1.00
	$F_{2c} = 1 - \sin(2\beta)$	=	1.00

## Los factores por conexión por aproximación a un talud aéreo:

$F_{3a}$	=	1.00
$F_{3b}$	=	1.00
$F_{3c}$	=	1.00

## El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I ( $2 < h_a < D$ )	$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	9.6	$\text{KN/m}^3$
Caso II ( $D < h_a < [D+H]$ )	$d = h_a - D'$	=	0.0	m
	$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w + \alpha D' (y - \gamma_{sat} + \gamma_w)$	=	9.6	$\text{KN/m}^3$
Caso III ( $h_a > D+H$ )	$\gamma$	=	19.0	$\text{KN/m}^3$
Seleccionado	$\gamma$	=	19.0	$\text{KN/m}^3$

 $h_a$  = altura del talud real con respecto a la superficie del terreno

## El esfuerzo efectivo en la base de cimentación en condiciones sin ladera:

$$q' = 33.35 \text{ KN/m}^2$$

Por lo tanto:

 $q_u$  = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación

$$q_u = 250.02 \text{ KN/m}^2$$

$q_{u,adm}$	2.03	$\text{Kg/cm}^2$
-------------	------	------------------

## La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido será:

Suelo granular	=	$q_{ad} = q_u / FS$
Suelo fino	=	$q_{ad} = (c_u - q) / FS + q$
$F_s$	=	3

$q_{ad,adm}$	0.68	$\text{Kg/cm}^2$
--------------	------	------------------

## Selección por hundimiento:

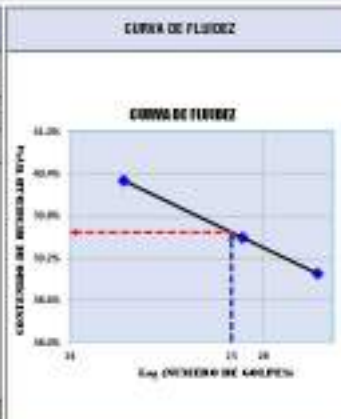
$$q_{d,adm} = 2.03 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{d,adm}$	0.68	$\text{Kg/cm}^2$
-------------	------	------------------

Rafael Hernández Gómez  
Ingeniero Abogado Rafael Hernández Gómez  
CIP-241748

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> yariagokhobog@gmail.com	<b>LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE MALLA N°40)</b>	
Proyecto: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OMBITACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2024		
Colección: DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) Intelectual: EDIFICACIONES Exposición: C_81 Estado: E_32 Nivel: ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 20% AL TERRENO NATURAL	País/Región: PERU/AYACUCHO Provincia: LA BARRA Distrito: TAMBOPATA Localidad: TAMBOPATA Fecha: FEBRERO 2024	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E-118)				
<b>INFORMACIÓN:</b> El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en %, del suelo seco en forma líquida, cuando este se traga entre dedos de modo plástico y a estado líquido.				
RECIPENTE	CÓDIGO	28	37	33
1	MASA SUELO HIBRIDO + MASA DE RECIPIENTE	39.30	32.19	21.16
2	MASA SUELO SECO + MASA DE RECIPIENTE	38.81	28.19	38.42
3	NÚMERO DE GOLPES	34.60	38.00	17.38
4	MASA DE RECIPIENTE	27.71	21.68	21.68
5	MASA DE AGUA	0.75	1.00	0.73
6	MASA SECO	7.16	7.52	6.38
7	HUMEDAD	%	33.75%	33.89%
LÍMITE LÍQUIDO (L <sub>L</sub> %)		%	33.75%	33.89%



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E-118)				
<b>INFORMACIÓN:</b> El límite plástico de un suelo es el contenido de humedad expresado en %, del suelo seco en forma líquida, cuando este se traga entre dedos de modo plástico y a estado plástico.				
RECIPENTE	CÓDIGO	33	33	
1	MASA SUELO HIBRIDO + MASA DE RECIPIENTE	30.147	26.25	
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	28.98	27.981	
3	PESO RECIPIENTE	21.9	21.9	
4	PESO AGUA	1.286	1.448	
5	PESO SECO	7.801	6.338	
6	HUMEDAD	%	32.46%	
LÍMITE PLÁSTICO (P <sub>L</sub> %)		%	32.46%	



ÍNDICE PLÁSTICO (PI) = LL - LP	%	1.43%
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LL (%) =	33.75%	
LP (%) =	32.46%	
PI (%) =	1.29%	
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
MES	ARENO	
CL	CL	
AYACUCHO		

  
 Ing. Andrés Amador Nolasco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP- 281748

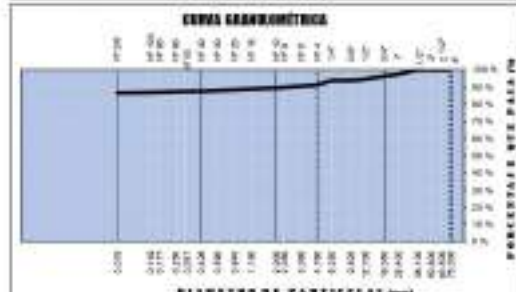
<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603831617</b> <small>gmgodolindo@gmail.com</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</b>	
<b>Proyecto:</b> REFORMA DE LA CENSA DE TAMA DE MAZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA INVESTIGACIONES DE INVESTIGACIONES, INVESTIGACIÓN DE	<b>Ubicación:</b> ZONA BARRIO ORLANDO (ZONA B)	<b>Problema:</b> PEGUNTA 030340
<b>Edificación:</b> EDIFICACIONES	<b>Proyecto:</b> LA BARRIO	<b>Dato:</b> TAMBO
<b>Optimista:</b> G.M	<b>Lugar:</b> TAMBO	<b>Fecha:</b> FEBRERO 2025
<b>Constr:</b> G.M		
<b>Instal:</b> ACCIONES DE TERREJO DE TAMA DE MAZ PARA LA ESTABILIZACIÓN		

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2278, D 4254, D 854, DE 1557)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZADO (MESH)	TAMAZO (MESH)	PESO RETENIDO (g)	PESO PASADO (g)	PCT PASADO (%)	PCT PASADO ACUMULADO (%)	% SUE PASADO	DATOS DEL MÉTODO GRANULOMÉTRICO		
								PESOS		
	2"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CILINDRO MOJ.	2546.20	g
	2.152"	60.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CILINDRO LAVADO	300.37	g
	2"	60.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO PARA LAVADO	1042.25	g
	1.182"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.400	68.66	2.70	2.70	2.70	87.30			
	3/4"	18.000	23.78	1.90	3.70	3.70	86.34			
	1/2"	12.500	47.36	1.64	5.60	5.60	84.40			
	3/8"	8.500	15.85	0.71	6.30	6.30	83.70			
	1/4"	6.250	0.00	0.00	6.30	6.30	83.70			
	Nº 4	4.750	67.37	2.55	8.85	8.85	81.15			
	Nº 6	2.500	32.38	1.45	10.31	10.31	89.69			
	Nº 10	2.000	4.52	0.00	10.31	10.31	89.69			
	Nº 15	1.180	18.64	0.85	11.35	11.35	88.65			
	Nº 20	0.850	18.41	0.72	12.03	12.03	87.97			
	Nº 30	0.600	9.64	0.43	12.52	12.52	87.48			
	Nº 40	0.425	4.42	0.00	12.70	12.70	87.30			
	Nº 60	0.250	17.81	0.02	13.22	13.22	86.78			
	Nº 200	0.075	0.84	0.26	13.49	13.49	86.51			
	LIQUIDO		0.27	0.01	13.50					
	LIQUIDO		194.22	86.50	136.00					
	TOTAL		2246.48	100.00						

DATOS ESTIMADOS (GRADACIÓN DEL SUELO)		
% ARENOSO	26.36	%
% GRASA	8.86	%
% GRASA CRUDA	3.78	%
% GRASA FINA	5.18	%
% ARENA	4.62	%
% ARENA GRUESA	1.85	%
% ARENA MEDIA	2.81	%
% ARENA FINA	0.87	%
% DE FINES	86.51	%

<b>COEFICIENTE DE DISPERSIDAD</b>	Ca =	6.8	1.1
<b>COEFICIENTE DE CURVATURA</b>	Cu =	1.4	1.1
D <sub>10</sub> - Sección	0.087	mm	
D <sub>15</sub> mm	0.120	mm	
D <sub>30</sub> mm	0.200	mm	
D <sub>40</sub> mm	0.300	mm	
D <sub>60</sub> mm	0.600	mm	
D <sub>85</sub> mm	0.850	mm	
D <sub>100</sub> mm	0.875	mm	



LIMO Y ARCILLA	ARENA				GRASA			SUELO LIMPIO
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	GRASA		
	0.87	2.81	1.85	5.18	8.86	3.78	86.51	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
USO	USO	
CL	6.8	(10)

**ARCILLA LIGERA**

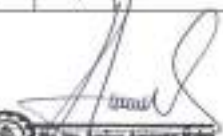
*[Firma manuscrita]*  
 Ing. Msc. Andrés Amador Pineda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 281748

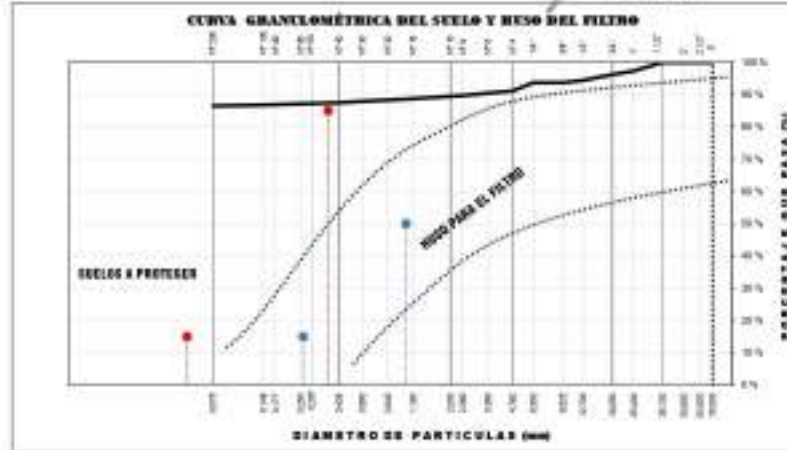
<b>GHANA E.I.R.L.</b> RUC:20603831617 postquedatadel@gmail.com		<b>DETERMINACIÓN DE HUSO GRANULOMÉTRICO PARA FILTRO</b>			
Proyecto:	DEFINICIÓN DE LA CENSA DE TUNA DE BAZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBTENCIONES DE VERIFICACIONES AFICIAS, 2016				
Solución:	ORINA Y ORINA DE BAZ (TUNIA)	País/Región:	PERU/ANCASH		
Infraestructura:	ESTABILIZACIÓN	Provincia:	LA OROYA		
Post-venta:	C, 21	Distrito:	TARMA		
Estado:	C, 21	Lugar:	TARMA		
Fecha:	ABRIL DE 2016 DE TUNA DE BAZ EN EL TERRENO NATURAL	Fecha:	FEBRERO 2016		


**NOTACIONES:** Los datos se proporcionan referentes a estabilización de material de suelo. La granulometría para el material del filtro debe ser tal que el 100% de la muestra no sea retenida por el filtro lo que se le genera una carga de presión filtrada excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

RECOMENDACIONES ESTÁNDARES							
SUELOS A PROTEGER							
ANILOS GRANULOMÉTRICOS		COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD CURVA F.M.A.			CLASIFICACIÓN SUELO		
% arena	0.075	% arena gruesa	1.06	0.075	0.075	0.075	<b>SC</b> CL, CLC, CLM, CLS
% arena fina	0.25	% arena mediana	0.425	0.25	0.075	0.075	
% arena fina	0.425	% arena fina	0.6	0.425	0.075	0.075	<b>ARCILLA LIGERA</b>
% arena	> 0.075	% arena fina	0.075	0.075	0.075	0.075	

MATERIAL DE FILTRO			
Según Terzaghi y Peck 1967		Adicio mínimo según el Departamento de Minas de los Estados Unidos (MTI)	
$D_{15} < 4D_{75}$	$= 0.27 \text{ mm}$	$D_{15} < 2.5D_{75}$	$= 1.90 \text{ mm}$
$D_{30} > 4D_{10}$	$= 0.85 \text{ mm}$	$D_{30} < 20.2D_{10}$	$= 8.20 \text{ mm}$

  
 Ing. Amador Ancoque Huall  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 28746



<b>GHAÑA E.I.R.L.</b> <b>RUC-20603831617</b> yonagadefredo@gmail.com	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115 Y ASTM D 1557)</b>	
Proyecto: <b>AMPLIACION DE LA CARRERA DE TUNJA DE 15M EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CONFINAMIENTO DE EMPALMADOS, AYACUCHO, 2020</b>	País/Región: <b>PERU/AYACUCHO</b>	
Solicitante: <b>DERAH RIVERA ORLANDO (TESISTA)</b>	Provincia: <b>LA MAR</b>	
Infraestructura: <b>EDIFICACIONES</b>	Distrito: <b>TUNJA</b>	
Especificación: <b>C-81</b>	Lugar: <b>TUNJO</b>	
Estado: <b>C-82</b>	Fecha: <b>FEBRERO 2020</b>	
Nivel: <b>ADICIONES DE CENIZA DE TUNJA DE 20% AL TERRENO NATURAL</b>		

DATOS DEL ENSAYO		
% Retenido acumulado malla 20"	%	3.76
% Retenido acumulado malla 30"	%	6.30
% Retenido acumulado malla 40"	%	6.86
CLASIFICACIÓN		
SUELO		AMBITO
CL. <b>MB(2) LA(2)271A</b>		<b>A-6 (2)</b>

MÉTRIC	MATERIAL A USAR	MOLEDE				N° DE CAPAS	M <sup>3</sup> GOLPEO
		DIÁMETRO	CÓDIGO	MACA	VOLUMEN		
A	Pasante Tamis N°4	4"	304	4000.0 g	944.18 cm <sup>3</sup>	5	23

ENSAYO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO						
N°	Descripción	M	Esp. 1:	Esp. 2:	Esp. 3:	Esp. 4:
2	Masa del molde + Masa del suelo	g	5550	5800	5800	5800
3	Masa del suelo compactado	g	1404	1864	1804	1504
4	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.54	1.51	1.03	1.50
5	<b>DEHIEDA SECA</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.40</b>	<b>1.71</b>	<b>1.88</b>	<b>1.38</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO						
N°	Tara	CÓDIGO	05	07	08	290
7	Masa de tara + Masa de suelo húmedo	g	508.08	534.80	450.90	611.80
8	Masa de tara + Masa del suelo seco	g	508.18	496.70	575.59	523.79
9	Masa del tara	g	66.00	65.40	65.30	66.30
10	Masa del agua	g	45.82	48.41	75.71	78.81
11	Masa del suelo seco	g	442.38	430.70	500.29	454.59
12	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>10.18</b>	<b>11.90</b>	<b>14.87</b>	<b>18.89</b>



**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yaregoarfebio@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA  
 SUELOS (MTC E 108)**



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TIRA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRANTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2018

Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) País/Región : PERÚ/AYACUCHO

Instancia/Ubic. : EDIFICACIONES Provincia : LA MAR

Explotación : E\_01 Distrito : TAMBO

Catálogo : E\_02 Lugar : TAMBO

Risk : ADICIONES DE CENIZA DE TIRA DE MAÍZ 30% AL TERRENO NATURAL Fecha : FEBRERO 2018

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

MUESTRA	: E_02			
RECIPIENTE	CÓDIGO	1080	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	606.01	584.34	584.34
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	536.95	516.23	516.23
PESO RECIPIENTE	g	91.17	91.17	91.17
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	71.34	68.12	68.12
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	445.40	425.06	425.06
HUMEDAD	%	16.01	16.00	16.02
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ( w )</b>	<b>%</b>	<b>16.02%</b>		

Mg. Ing. Anibal Alejandro Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 281748

**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yamirgodofredo@gmail.com

**DENSIDAD INSITU POR  
 EL METODO DEL CONO  
 DE ARENA (NTP  
 339.143, MTC E 117)**



Proyecto: : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026

Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) País/Región : PERU/AYACUCHO

Infraestructura : EDIFICACIONES Provincia : LA MAR

Exploración : C\_01 Distrito : TAMBO

Estado : E\_02 Lugar : TAMBO

Nivel : AURILLONES DE CENIZA DE TUSA DE MAIZ 0/75 AL 100% Fecha : FEBRERO 2026

Nivel: **NATURAL**

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

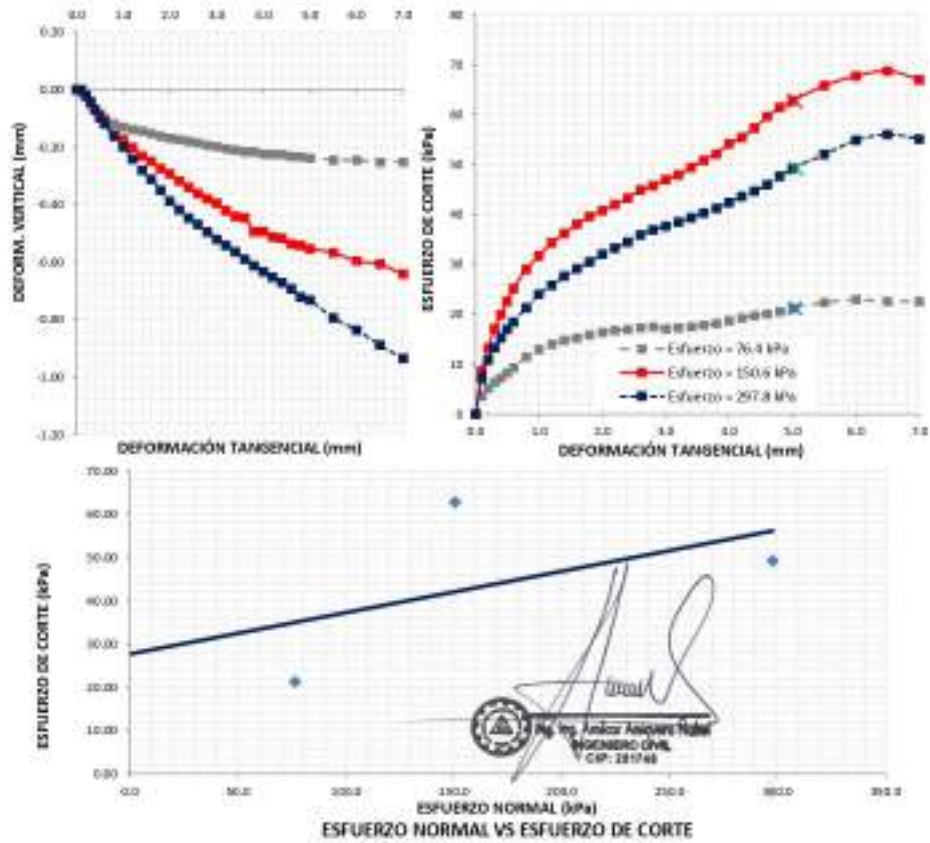
RECIPIENTE	código	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	806	564
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	538	520
PESO RECIPIENTE	g	91	91
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	88	85
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	447	429
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.25%	15.05%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>15.15%</b>	

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

IDENTIFICACION	UND	DATOS
DESIGNACION DEL EQUIPO USADO	Nombre	COMO 1
DENSIDAD APARENTE DE LA ARENA SUELTA EMPLEADA	g/cm <sup>3</sup>	1.461
PESO DE ARENA DEL CONO Y ESPACIO DE LA PLACA BASE	g	1,810.25
PESO DE LA MUESTRA DE SUELO HUMEDO	g	4,369.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA RETENIDO EN MALLA DE 1 1/2"	g	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA DE CONTROL	g	4,369.00
PESO DEL EQUIPO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO	g	7,121.00
PESO DEL EQUIPO CON ARENA REMANENTE	g	2,018.00
VOLUMEN DEL HOYO DE ENSAYO	cm <sup>3</sup>	2,390.86
VOLUMEN DEL MUESTRA RETENIDA EN LA MALLA 1 1/2"	cm <sup>3</sup>	0.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA DE CONTROL	cm <sup>3</sup>	2,390.86
<b>DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.83</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.15%
<b>DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.59</b>
DENSIDAD APARENTE	t/m <sup>3</sup>	1.83
DENSIDAD SECA	t/m <sup>3</sup>	1.59
PESO ESPECIFICO APARENTE	kN/m <sup>3</sup>	17.93
PESO ESPECIFICO SECO	kN/m <sup>3</sup>	15.57

  
 Ing. Y. Javier Godofredo  
 CIP: 261746

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026  
 Transcendencia : TESISISTA (DURAN RIVERA ORLANDO) Región/Provincia : AYACUCHO/LA MAR  
 Solicitante : EDIFICACIONES Distrito : TAMBO  
 Exploración : C\_01 Lugar : TAMBO  
 Estrato/Nivel : E-42 ( Adiciones De Ceniza De Tusa De Maíz 20% Al Terreno NaturoFocha ) | FERRERO DEL 2026



Ángulo de fricción interna $\phi'$ (°) :	7.8	Cohesión C' (kPa) :	24.95
--	-----	---------------------	-------

### Analisis de cimentación - NTP E-050 (ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 20% AL TERRENO NATURAL)

#### Datos del terreno de cimentación

Cohesión	C'	=	24.85	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de Fricción	$\phi'$	=	7.8	°
Peso específico	$\gamma$	=	17.83	kg/cm <sup>3</sup>
Altura del nivel freático	h <sub>w</sub>	=		m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	=	18.80	kg/cm <sup>3</sup>

#### Datos geométricos de la cimentación

Profundidad de cimentación	D'	=	1.8	m
Base de cimentación	B	=	1.00	m
Largo de cimentación	L	=	1.00	m
Ángulo de inclinación del terreno	$\beta$	=	0.00	°

#### Datos de las cargas en la cimentación

Excentricidad	$e_x$	=	0.00	m
Excentricidad	$e_y$	=	0.00	m
Ancho orientación equivalente	B'	=	1.2	m
Largo orientación equivalente	L'	=	1.2	m

#### Cálculo de la capacidad de carga NTP E 050

$q_u$  = Capacidad última de carga en la base + Presión vertical de hundimiento

$$q_u = q_u' + H_0 \leq q_u' + C' + q' N_q i_q F_{d1} + 0.5 \gamma' B' N_q i_q F_{d2}$$

donde:

c	Cohesión
$N_x, N_y, N_q$	Factores de capacidad de carga
$S_c, S_q$	Factores de forma
$i_x, i_y, i_q$	Factores por la inclinación de la carga
$F_{d1}, F_{d2}, F_{d3}$	Factores de por la proximidad de la cimentación a un talud
$\gamma'$	Peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación
$q'$	Esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la fórmula son:

$\gamma$ corregido	=	1.20
C corregido	=	16.63

Los factores de capacidad de carga

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{2\phi \tan \phi}$	=	1.80
$N_y = (N_x - 1) \tan(1.4\phi)$	=	2.08
$N_x = (N_x - 1) \cot \phi$	=	3.55

Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:

$S_c = 1 + 0.2 B/L$	=	1.20
$S_q = 1 + 0.2 B/L$	=	3.80

Los factores por corrección por inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof 1981

Fuerza vertical $ZV$	=	150.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_x$	=	1.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_y$	=	1.00	Tn
$M_x = H_y (FH_x/ZV)$	=	0.52	°
$M_y = H_x (FH_y/ZV)$	=	0.52	°
$i_x = i_y = (1 - 0.95)^2$	=	0.99	
$i_z = (1.44)^2$	=	0.87	

  
Ing. Ing. Amador Amador Nolas  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

## Los factores por conexión por aproximación de la cimentación a una ladera

$\beta \geq 5^\circ$	$F_{1a}$	=	1.00
	$F_{1b}$	=	1.00
	$F_{1c}$	=	1.00
$\beta \geq 5^\circ$	$F_{2a} = 1 - \cos(\beta)$	=	1.00
	$F_{2b} = \sin^2(\beta)$	=	1.00
	$F_{2c} = 1 - \sin(\beta)$	=	1.00

## Los factores por conexión por aproximación a un talud aéreo:

$F_{3a}$	=	1.00
$F_{3b}$	=	1.00
$F_{3c}$	=	1.00

## El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I ( $2 < ha < 3D$ )	$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	9.0	$\text{KN/m}^3$
Caso II ( $D \leq ha < 3D$ )	$d = ha - D$	=	0.0	m
	$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w + d/D (\gamma - \gamma_{sat} + \gamma_w)$	=	9.0	$\text{KN/m}^3$
Caso III ( $ha \leq D \leq 3D$ )	$\gamma$	=	17.9	$\text{KN/m}^3$
Seleccionado	$\gamma$	=	17.9	$\text{KN/m}^3$

$ha$  = altura del talud real con respecto a la superficie del terreno

## El esfuerzo efectivo en la base de cimentación en condiciones sin ladera:

$$q' = 28.89 \text{ KN/m}^2$$

Por lo tanto:

 $q_u$  = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación

$$q_u = 175.22 \text{ KN/m}^2$$

$q_{u,adm}$	1.75	$\text{Kg/cm}^2$
-------------	------	------------------

## La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido será:

Suelo granular	=	$q_{ad} = q_u / FS$
Suelo fino	=	$q_{ad} = (q_u - q) / FS + q$
$FS$	=	3

$q_{ad,adm}$	0.79	$\text{Kg/cm}^2$
--------------	------	------------------

## Selección por hundimiento:

$$q_{d,adm} = 1.75 \text{ Kg/cm}^2$$

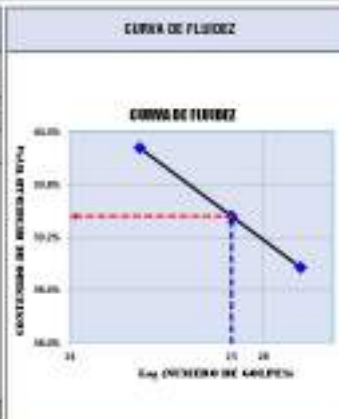
$q_{d,adm}$	0.79	$\text{Kg/cm}^2$
-------------	------	------------------



Ingeniero Ambiental  
GHAÑA S.A.S.  
COP. 281744

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> yaregokhoblog@gmail.com	<b>LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE MALLA N°40)</b>	
Proyecto: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OMBITACIONES DE EDIFICACIONES, ANAUCUCHO, 2024		
Colección: DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) Intelectual: EDIFICACIONES Exposición: C_01 Estado: E_02 Nivel: ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 25% AL TERRENO NATURAL	País/Región: PERU/JAYAJAYO Provincia: LA BARRA Distrito: TAMBOPATA Localidad: TAMBOPATA Fecha: FEBRERO 2024	

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 118)				
<b>INFORMACIÓN:</b> El límite líquido de un suelo es el porcentaje de humedad expresado en % del suelo seco en forma líquida, cuando está en flujo entre ciertos límites de plasticidad y el estado líquido.				
RECIPENTE	CÓDIGO	28	37	33
1	MAZA SUELO HIBRIDO + MAZA DE RECIPIENTE	39.34	32.08	21.14
2	MAZA SUELO SECO + MAZA DE RECIPIENTE	38.80	28.00	38.42
3	NÚMERO DE GOLPES	32.80	25.00	18.80
4	MAZA DE RECIPIENTE	27.71	21.88	27.83
5	MAZA DE AGUA	2.74	4.99	2.72
6	MAZA SECO	7.88	7.33	6.78
7	HUMEDAD	35.65%	35.87%	35.05%
LÍMITE LIQUIDO (LL (%))		35.4%		35.4%



DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 118)				
<b>INFORMACIÓN:</b> El límite plástico de un suelo es el porcentaje de humedad expresado en % del suelo seco en forma líquida, cuando está en flujo entre ciertos límites de plasticidad y el estado plástico.				
RECIPENTE	CÓDIGO	55	30	
1	MAZA SUELO HIBRIDO + MAZA DE RECIPIENTE	30.15	39.17%	
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	26.95	27.98%	
3	PESO RECIPIENTE	21.9	21.9%	
4	PESO AGUA	1.52	1.47%	
5	PESO SECO	7.88	6.30%	
6	HUMEDAD	37.25%	37.47%	
LÍMITE PLÁSTICO (LP (%))		37.4%		



ÍNDICE PLÁSTICO (PI) = (LP - LL) / (PI - LL)	%	36.8%	36.8%
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LL (%) =	35.4%		
LP (%) =	37.4%		
PI (%) =	36.8%		
CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
MES	ARENO		
CS	8.5	CS	
ARELLA LEVE			

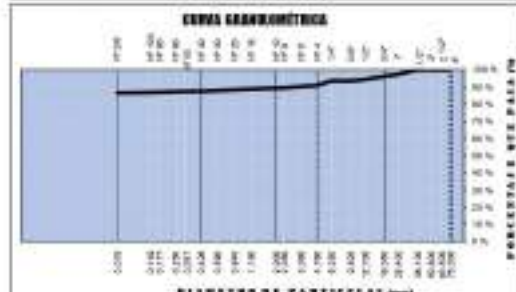
  
 Ing. Ing. Aníbal Alejandro Palacios  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 281748

<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC: 20603831617</b> <small>gmgodolindo@gmail.com</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</b>	
<b>Proyecto:</b> REFORZAMIENTO DE LA CENOSA DE TIERRA DE MAZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA INVESTIGACIONES DE INVESTIGACIONES, INVESTIGACIONES	<b>Ubicación:</b> ZONAS DE SUELOS ORLINDO (SOMIN)	<b>Problema:</b> POCOSUENO3340
<b>Intendentes:</b> EDIFICACIONES	<b>Objetivo:</b> C_M	<b>Fecha:</b> 2020
<b>Coordenadas:</b> C_M	<b>Estado:</b> C_M	<b>Lugar:</b> TAMBO
<b>Nota:</b> ACCIONES DE TIERRA DE TIERRA DE MAZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS		<b>Fecha:</b> FEBRERO 2020

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2278, D 4254, D 854, DE 1557)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZADO (MESH)	TAMIZADO (MESH)	PESO RETENIDO (g)	PESO PASADO (g)	PCT. PASADO (%)	PCT. PASADO ACUMULADO (%)	% SUELO FINO	DATOS DEL MÉTODO GRANULOMÉTRICO		
								PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
	2"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CILINDRO MOJADO	2448.32	g
	2 1/2"	60.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CILINDRO LAVADO	229.82	g
	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO CILINDRO LAVADO	2117.500	g
	1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.400	67.69	2.76	2.76	2.76	97.24			
	3/4"	18.000	28.61	1.17	3.82	3.82	96.18			
	1/2"	12.500	43.49	1.70	5.70	5.70	94.30			
	3/8"	8.500	59.60	2.76	8.46	8.46	91.54			
	1/4"	6.250	63.92	3.82	12.28	12.28	87.72			
	Nº 4	4.750	63.74	2.81	9.67	9.67	90.33			
	Nº 6	2.500	50.60	1.42	11.02	11.02	88.98			
	Nº 10	2.000	4.81	0.00	10.89	10.89	89.11			
	Nº 15	1.180	15.22	0.82	11.32	11.32	88.68			
	Nº 20	0.850	18.81	0.74	12.05	12.05	87.95			
	Nº 30	0.425	19.63	0.44	12.50	12.50	87.50			
	Nº 40	0.250	4.87	0.00	12.70	12.70	87.30			
	Nº 60	0.250	13.82	0.00	13.23	13.23	86.77			
	Nº 200	0.075	0.31	0.26	13.49	13.49	86.51			
	FINO Y ARILLA			0.42	0.82	13.51				
	LAVADO		2111.50	86.49	100.00					
	TOTAL		2448.32	100.00						

**ARCILLA LIGERA**



LIMOS Y ARCILLA	ARCILLA			SUELO		
	FINO	MEJOR	GRASA	FINA	MEJOR	GRASA
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DATOS DEL MÉTODO GRANULOMÉTRICO		
<b>PESOS</b>		
PESO CILINDRO MOJADO	2448.32	g
PESO CILINDRO LAVADO	229.82	g
PESO CILINDRO LAVADO	2117.500	g
<b>DENSIDADES ESTIMADAS (GRADACIÓN DEL SUELO)</b>		
% HUECO	26.36	%
% GRASA	8.87	%
% GRASA GRUESA	3.82	%
% GRASA FINA	5.05	%
% ARCILLA	4.42	%
% ARCILLA GRUESA	1.82	%
% ARCILLA MEDIA	1.80	%
% ARCILLA FINA	0.80	%
% DE FINOS	86.51	%
<b>COEFICIENTE DE IMPERMEABILIDAD</b> $C_u = 6.8$ $> 1.0$		
<b>COEFICIENTE DE CURVATURA</b> $C_c = 1.4$ $< 1.0$		
D <sub>10</sub> - Sección	0.087	mm
D <sub>15</sub> mm	0.150	mm
D <sub>30</sub> mm	0.250	mm
D <sub>45</sub> mm	0.425	mm
D <sub>60</sub> mm	0.850	mm
D <sub>75</sub> mm	0.850	mm

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
<b>GRUPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	
CL	6.8	(10)
<b>ARCILLA LIGERA</b>		

*[Firma manuscrita]*  
 Ing. An. Auditor Asociado Noble  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 281746

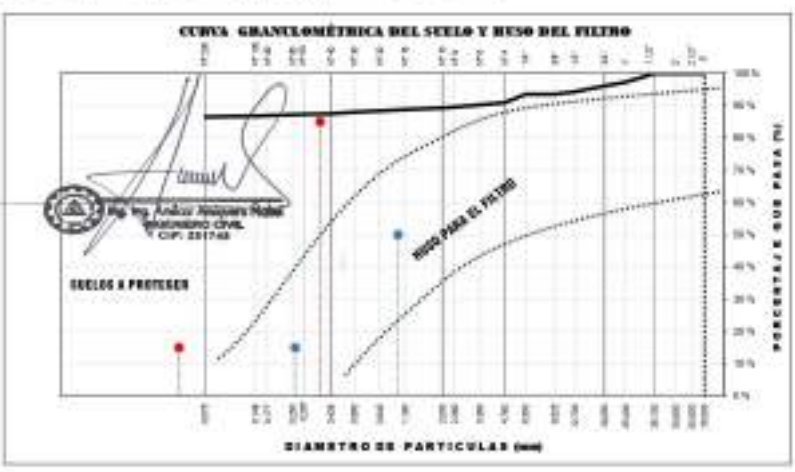
<b>GHANA E.I.R.L.</b> <b>RUC:20603831617</b> <small>peruapal@peruapal.com</small>		<b>DETERMINACIÓN DE HUSO GRANULOMÉTRICO PARA FILTRO</b>			
Proyecto:	DEFINICIÓN DE LA CENSA DE TUNA DE BAZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRAS DE OBRAS DE SERVICIOS AFICIOS, S.A.S	País/Región:	PERU/ANCASH		
Solución:	OBRA DE BARRERA DE TIERRA (TERRITA)	Provincia:	LA OROYA		
Infraestructura:	CERCA PERIMÉTRICA	Distrito:	TARAPOTO		
Problema:	C.21	Lugar:	TARAPOTO		
Estado:	C.21	Fecha:	FEBRERO 2018		
Nota:	ABRIGOS DE CENSA DE TUNA DE BAZ EN EL TERRENO NATURAL				


**ESPECIFICACIONES:** Este documento proporciona información y especificaciones al material de un filtro. La granulometría para el material del filtro debe ser tal que el 100% de la muestra no pase el filtro y que no se genere una carga de presión filtrada excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

**RECOMENDACIONES ESTÁNDARES**

SUELOS A PROTEGER							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVA F.M.A.			CLASIFICACIÓN SUELOS	
% arena	0.075	% arena gruesa	1.525	0.075	0.075	0.075	<b>SC</b> S. A.A. (S)
% arena fina	0.075	% arena mediana	1.405	0.075	0.075	0.075	
% arena fina	1.155	% arena fina	0.075	0.075	0.075	0.075	<b>ARCILLA LIGERA</b>
% arena	>425	% arena	0.075	0.075	0.075	1.5	

MATERIAL DE FILTRO			
Según Terzaghi y Peck 1967		Adición adicional según el Departamento de Minas de los Estados Unidos (MTI)	
$D_{10} < 0.075$	$< 0.25$ mm	$D_{10} < 0.075$	$< 0.075$ mm
$D_{40} > 4D_{10}$	$> 0.85$ mm	$D_{40} < 25D_{10}$	$< 0.20$ mm
		$D_{100} < 100D_{10}$	$< 0.85$ mm



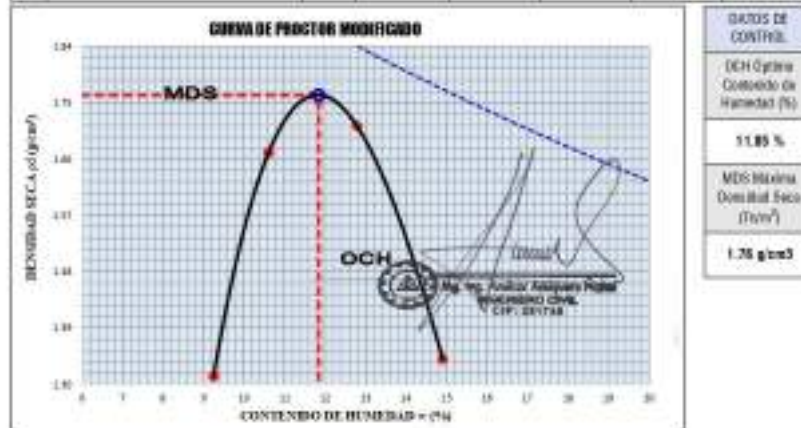
<b>GHAÑA E.I.R.L.</b> <b>RUC-20603831617</b> yonagadefredo@gmail.com		<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115 Y ASTM D 1557)</b>			
<b>Proyecto:</b> INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE TASA DE HUMEDAD EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2023					
<b>Solicitante:</b> DENAH RIVERA ORLANDO (TESISTA)			<b>País/Región:</b> PERÚ/AYACUCHO		
<b>Intermediario:</b> EDIFICACIONES			<b>Provincia:</b> LA MAR		
<b>Explotación:</b> - C 01			<b>Distrito:</b> TAMBOS		
<b>Edificio:</b> - E 02			<b>Lugar:</b> TAMBOS		
<b>Nivel:</b> ADICIONES DE CIMENTACIÓN DE TASA DE HUMEDAD 20% AL TERRENO NATURAL			<b>Fecha:</b> FEBRERO 2025		

DATOS DEL ENSAYO									
% Retenido acumulado malla 30"	%	3.92	CLASIFICACIÓN						
% Retenido acumulado malla 20"	%	6.46							
% Retenido acumulado malla 10"	%	6.87							
		<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td>TEXTURA</td> </tr> <tr> <td>CL</td> <td>MOLETA LEZOSA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>A-6 (CS)</td> </tr> </table>		GRUPO	TEXTURA	CL	MOLETA LEZOSA		A-6 (CS)
GRUPO	TEXTURA								
CL	MOLETA LEZOSA								
	A-6 (CS)								

MÉTRIC	MATERIAL A USAR	MOLEDA				N° DE CAPAS	M-GOLPES
		DIÁMETRO	CÓDIGO	MACA	VOLUMEN		
A	Pasante Tamis Nº 4	4"	304	4000.0 g	944.12 cm <sup>3</sup>	5	23

ENSAYO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO						
N°	Descripción	M	Exp 1:	Exp 2:	Exp 3:	Exp 4:
1	Masa del molde + Masa del suelo	g	5455	5840	5900	5550
2	Masa del suelo compactado	g	5394	5744	5804	5494
3	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.43	1.32	1.33	1.34
4	<b>EDMERA SECA</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.21	1.27	1.27	1.24

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO						
N°	Tara	CÓDIGO	05	07	08	290
1	Masa de tara + Masa de suelo húmedo	g	596.08	532.80	446.90	406.80
2	Masa de tara + Masa del suelo seco	g	555.28	487.80	501.00	517.00
3	Masa del tara	g	66.00	65.40	65.30	66.30
4	Masa del agua	g	44.80	34.80	45.90	49.80
5	Masa del suelo seco	g	494.48	422.40	515.70	460.70
6	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	9.25	10.81	12.79	14.81



**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yaregoarhelo@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA  
 SUELOS (MTC E 108)**



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TIRA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA OBRANTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2028  
 Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA)  
 Institución : EDIFICACIONES  
 Expediente : E\_01  
 Estado : E\_02  
 Nivel : ADICIONES DE CENIZA DE TIRA DE MAÍZ 35% AL TERRENO NATURAL

Participación : PERDIAYACUCHO  
 Provincia : LA MAR  
 Distrito : TAMBO  
 Lugar : TAMBO  
 Fecha : FEBRERO 2028

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

MUESTRA	: E_02			
RECIPIENTE	CÓDIGO	1080	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	624.52	602.23	602.23
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	561.78	531.64	531.64
PESO RECIPIENTE	g	91.17	91.17	91.17
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	72.74	70.59	70.59
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	460.61	440.47	440.47
HUMEDAD	%	15.75	16.02	16.02
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ( w )</b>	<b>%</b>	<b>15.91%</b>		

Ing. Aníbal Acosta Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 281748

**GHAÑA E.I.R.L.**  
**RUC:20603831617**  
 yamirgodoche@gmail.com

**DENSIDAD INSITU POR  
 EL METODO DEL CONO  
 DE ARENA (NTP  
 339.143, MTC E 117)**



Proyecto: : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026

Solicitante : DURAN RIVERA ORLANDO (TESISTA) País/Región : PERÚ/AYACUCHO

Infraestructura : EDIFICACIONES Provincia : LA MAR

Exploración : C\_01 Distrito : TAMBO

Estado : E\_02 Lugar : TAMBO

Nivel : AURILLONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 20% AL 100% Fecha : FEBRERO 2026

Nivel: **NATURAL**

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

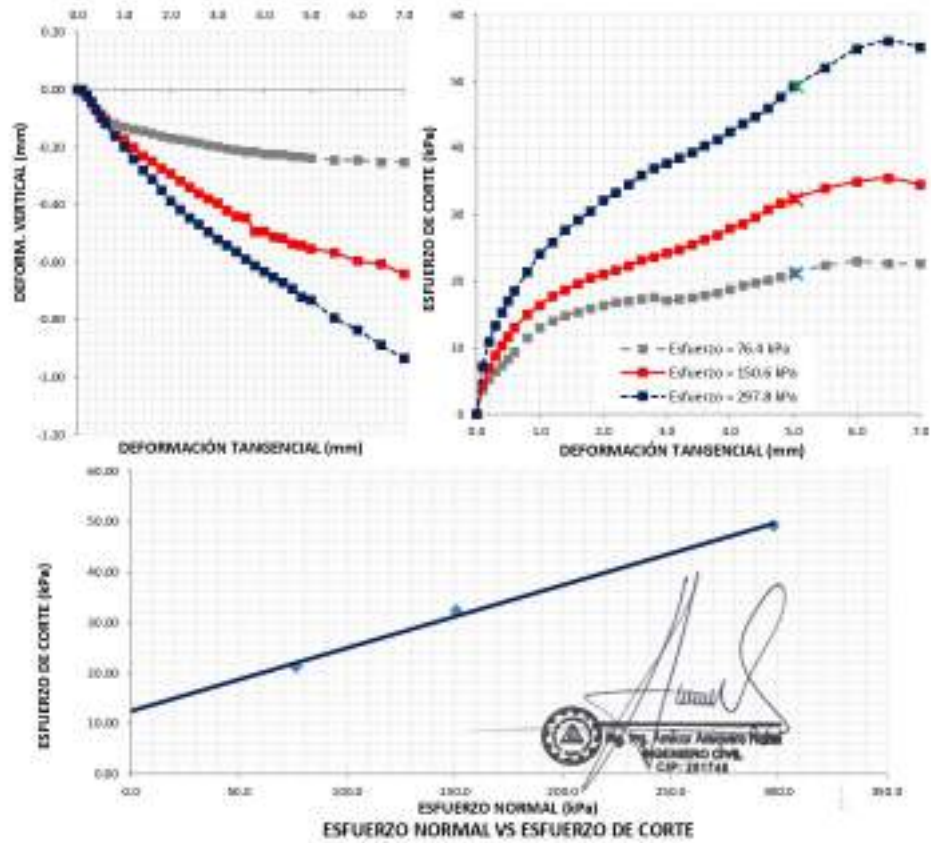
RECIPIENTE	código	1080	1080
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	825	802
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	552	532
PESO RECIPIENTE	g	91	91
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	73	71
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	481	440
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.79%	16.02%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>15.91%</b>	

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

IDENTIFICACION	UND	DATOS
DESIGNACION DEL EQUIPO USADO	Nombre	COMO 1
DENSIDAD APARENTE DE LA ARENA SUELTA EMPLEADA	g/cm <sup>3</sup>	1.461
PESO DE ARENA DEL CONO Y ESPACIO DE LA PLACA BASE	g	1,810.25
PESO DE LA MUESTRA DE SUELO HUMEDO	g	4,333.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA RETENIDO EN MALLA DE 1 1/2"	g	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA DE CONTROL	g	4,333.00
PESO DEL EQUIPO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO	g	7,306.00
PESO DEL EQUIPO CON ARENA REMANENTE	g	2,064.00
VOLUMEN DEL HOYO DE ENSAYO	cm <sup>3</sup>	2,465.80
VOLUMEN DEL MUESTRA RETENIDA EN LA MALLA 1 1/2"	cm <sup>3</sup>	0.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA DE CONTROL	cm <sup>3</sup>	2,465.80
<b>DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.74</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.91%
<b>DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA DE CONTROL</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.50</b>
DENSIDAD APARENTE	t/m <sup>3</sup>	1.74
DENSIDAD SECA	t/m <sup>3</sup>	1.50
PESO ESPECIFICO APARENTE	kN/m <sup>3</sup>	17.10
PESO ESPECIFICO SECO	kN/m <sup>3</sup>	14.75

  
 Ing. Andino Anselmo Nolasco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 281743

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES, AYACUCHO, 2026  
 Transcendencia : TESISISTA (DURAN RIVERA ORLANDO) Región/Provincia : AYACUCHO/LA MAR  
 Solicitante : EDIFICACIONES Distrito : TAMBO  
 Exploración : C\_01 Lugar : TAMBO  
 Estado/Nivel : E-02 / Adhesión De Ceniza De Tusa De Maíz 25% Al Terreno Natural Focha : FERRERO DEL 2026



Ángulo de fricción interna $\phi'$ (°) :	7.1	Cohesión C' (kPa) :	14.1
--	-----	---------------------	------

### Analisis de cimentación - NTP E-050 (ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ 25% AL TERRENO NATURAL)

#### Datos del terreno de cimentación

Cohesión	C'	=	14.10	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de Fricción	$\varphi'$	=	7.1	°
Peso específico	$\gamma$	=	17.10	kg/cm <sup>3</sup>
Altura del nivel freático	h <sub>na</sub>	=		m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	=	18.80	kg/cm <sup>3</sup>

#### Datos geométricos de la cimentación

Profundidad de cimentación	D'	=	1.8	m
Base de cimentación	B	=	1.00	m
Largo de cimentación	L	=	1.00	m
Ángulo de inclinación del terreno	$\beta$	=	0.00	°

#### Datos de las cargas en la cimentación

Excentricidad	$e_x$	=	0.00	m
Excentricidad	$e_y$	=	0.00	m
Ancho orientación equivalente	B'	=	1.2	m
Largo orientación equivalente	L'	=	1.2	m

#### Cálculo de la capacidad de carga NTP E 050

$q_u$  = Capacidad última de carga en la base + Presión vertical de hundimiento

$$q_u = q_u + c N_c Sc + q' N_q i q F_{cl} + 0.5 \gamma' B' N_{\gamma} S_{\gamma} F_{cl}$$

donde:

c	Cohesión
$N_c, N_q, N_{\gamma}$	Factores de capacidad de carga
$S_c, S_{\gamma}$	Factores de forma
$i, q, \gamma'$	Factores por la inclinación de la carga
$F_{cl}, F_{cl}, F_{cl}$	Factores de por la proximidad de la cimentación a un talud
$\gamma'$	Peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación
$q'$	Esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la fórmula son:

$\gamma$ corregido	=	4.75
C corregido	=	8.40

Los factores de capacidad de carga

$N_q = \tan^2(45 + \frac{\varphi}{2}) e^{2\varphi \tan \alpha}$	=	1.55
$N_{\gamma} = (N_c - 1) \tan(1.4\varphi)$	=	3.05
$N_c = (N_c - 1) \cot \varphi$	=	8.41

Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:

$S_c = 1 + 0.2 B/L$	=	1.20
$S_{\gamma} = 1 - 0.2 B/L$	=	0.80

Los factores por corrección por inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof 1981

Fuerza vertical $ZV$	=	150.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_x$	=	1.00	Tn
Fuerza horizontal $FH_y$	=	1.00	Tn
$M_x = \frac{1}{2} (FH_x ZV)$	=	8.52	°
$M_y = \frac{1}{2} (FH_y ZV)$	=	8.52	°
$i_x = \frac{1}{2} (1 - \frac{9M_x}{ZV})^2$	=	0.99	
$i_y = \frac{1}{2} (1 - \frac{9M_y}{ZV})^2$	=	0.99	

  
Ing. Ing. Andrés Antonio Rojas  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

## Los factores por conexión por aproximación de la cimentación a una ladera

$\beta \geq 5^\circ$	$F_{1a}$	=	1.00
	$F_{1b}$	=	1.00
	$F_{1c}$	=	1.00
$\beta \geq 5^\circ$	$F_{2a} = 1 - \cos(\beta)$	=	1.00
	$F_{2b} = \sin^2(\beta)$	=	1.00
	$F_{2c} = 1 - \sin(\beta)$	=	1.00

## Los factores por conexión por aproximación a un talud aéreo:

$F_{3a}$	=	1.00
$F_{3b}$	=	1.00
$F_{3c}$	=	1.00

## El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I ( $d < h_a - cD$ )	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	=	8.2	$\text{KN/m}^3$
Caso II ( $D \geq h_a - cD$ )	$d = h_a - D$	=	0.0	m
	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + cD (y - \gamma_{sat} + \gamma_w)$	=	8.2	$\text{KN/m}^3$
Caso III ( $h_a \geq D \geq 0$ )	$\gamma'$	=	17.1	$\text{KN/m}^3$
Seleccionado	$\gamma'$	=	17.1	$\text{KN/m}^3$

 $h_a$  = altura del talud real con respecto a la superficie del terreno

## El esfuerzo efectivo en la base de cimentación en condiciones sin ladera:

$$q' = 27.36 \text{ KN/m}^2$$

Por lo tanto:

 $q_u$  = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación

$$q_u = 113.27 \text{ KN/m}^2$$

$\phi_{limite}$	1.15	$\text{Kg/cm}^2$
-----------------	------	------------------

## La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido será:

Suelo granular	=	$q_{ad} = q_u / FS$
Suelo fino	=	$q_{ad} = (c_u - q) / FS + q$
$F_s$	=	3

$q_{ad}^{granul}$	0.57	$\text{Kg/cm}^2$
-------------------	------	------------------

## Selección por hundimiento:

$$\phi_{limite} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{ad}^{limite}$	0.57	$\text{Kg/cm}^2$
-------------------	------	------------------



Ing. Andor Amador Huel  
Ingeniero Civil  
CIP: 261746

En el cuadro siguiente se presenta el resumen obtenido de los resultados de los ensayos en laboratorio.

Tabla 1. 1: Resultados de los ensayos de granulometría

ENSAYOS DE GRANULOMETRIA												
Exploración	Temazo Natural	: C. 01		: C. 01		: C. 01		: C. 01		: C. 01		
ESTRATO	E2M2	5%	10%	15%	20%	25%	E2M2	E2M2	E2M2	E2M2	E2M2	
% GRAYA	B. C49	B. C47	B. C50	B. C42	B. C59	B. C50	Poca	Poca	Poca	Poca	Poca	Caridad
Caridad	Poca	Poca	Poca	Poca	Poca	Poca	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	% ARENA
% ARENA	4.637	4.650	4.662	4.649	4.634	4.617	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	Caridad
Caridad	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	Tramos	86.50	86.508	86.508	86.507	86.508	% FINOS
% FINOS	86.674	86.674	86.688	86.688	86.687	86.687	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Caridad
Caridad	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	D <sub>60</sub> mm
D <sub>60</sub> mm	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	D <sub>30</sub> mm
D <sub>30</sub> mm	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	D <sub>15</sub> mm
D <sub>15</sub> mm	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	Cu
Cu	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	Cc
Cc	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	D <sub>60</sub> mm
D <sub>60</sub> mm	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	D <sub>30</sub> mm
D <sub>30</sub> mm	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	D <sub>15</sub> mm
D <sub>15</sub> mm	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074						

Tabla 1. 2: Ensayos de plasticidad (pasante malla N°40)

ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)													
EXPLORACIÓN	Temazo Natural	ESTRATO		LL %		Índice de Compresibilidad		Índice de Plasticidad		W (%)		Índice de Fluidez	
ESTRATO	E2M2	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Plasticidad en función a LL	Media	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
LL %	45.30%	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Índice de Compresibilidad	0.318	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Clasificación de la Comensabilidad	Media	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
IP %	25.46%	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Plasticidad en función al IP	Media	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Clasificación de la Comensabilidad	Media	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
IP %	18.00%	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
W (%)	17.07%	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Índice de Fluidez	-0.420	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Características de la fracción fina según el Índice de Fluidez	Estado Satisfactorio	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Índice de Fluidez	Estado Satisfactorio	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	
Índice de Fluidez	Estado Satisfactorio	Plasticidad en función a LL		LL %		C <sub>c</sub> = 0.009(LL-10)		Plasticidad en función al IP		W (%)		Índice de Fluidez	

: C <sub>01</sub> (25%)	: C <sub>01</sub> (20%)	: C <sub>01</sub> (15%)	: C <sub>01</sub> (10%)
E2/M2	E2/M2	E2/M2	E2/M2
Medio	Medio	Medio	Medio
39.44%	39.57%	40.03%	44.36%
0.265	0.268	0.270	0.309
Medio	Medio	Medio	Medio
22.64%	22.57%	22.79%	25.44%
Medio	Medio	Medio	Medio
Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
16.80%	17.00%	17.24%	18.93%
15.91%	16.02%	16.11%	16.49%
-0.401	-0.385	-0.388	-0.473
Estado Semisólido	Estado Semisólido	Estado Semisólido	Estado Semisólido
Muy Duro	Muy Duro	Muy Duro	Muy Duro

Tabla 1. 3: Clasificación de suelos (SUCS y AASTHO)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS						
Explicación	ESTRATO	Clasificación AASTHO		Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)
Terreno Natural	E2/M2	A-7-G	(19)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA
: C <sub>01</sub> (5%)	E2/M2	A-7-G	(18)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA
: C <sub>01</sub> (10%)	E2/M2	A-7-G	(18)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA
: C <sub>01</sub> (15%)	E2/M2	A-7-G	(16)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA
: C <sub>01</sub> (20%)	E2/M2	A-G	(15)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA
: C <sub>01</sub> (25%)	E2/M2	A-G	(15)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA

Tabla 1. 4: Ensayo de estado y Corte Directo

Explotación	ENSAYOS DE ESTADO				ENSAYOS DE RESISTENCIA	
	ESTRATO	Densidad Aparente (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	w (%)	Cohesión C Corte Directo (KN/m <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción Corte Directo-φ' (°)
Terrazo Natural	E2/M2	1.9131	1.6341	17.1%	28.00	4.00
- C. 01 (5%)	E2/M2	1.9167	1.6427	16.7%	28.50	4.40
- C. 01 (10%)	E2/M2	1.9309	1.6575	16.5%	28.00	5.50
- C. 01 (15%)	E2/M2	1.9361	1.6675	16.1%	28.10	8.40
- C. 01 (20%)	E2/M2	1.8275	1.5752	16.0%	24.95	14.10
- C. 01 (25%)	E2/M2	1.7431	1.5039	15.9%	7.60	7.10



Ing. José Antonio Rojas  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 281128

Se ilustra en la siguiente tabla 1.5, la inflye de la ceniza de tusa de maíz en las propiedades físicas en la estabilización de suelos para cimentaciones de edificaciones.

**Tabla 1. 5:** Propiedades físicas del suelo con adiciones de ceniza de tusa de maíz al terreno

CUADRO COMPARATIVO														
DESCRIPCIÓN		UNO	MUESTRA											
			TERRENO NATURAL		ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL TERRENO									
					5%		10%		15%		20%		25%	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	
	ASHTO	A-7-6	(10)	A-7-6	(10)	A-7-6	(10)	A-7-6	(10)	A-6	(10)	A-6	(10)	
Proctor Modificado	DCH	%	14	15.6	13.6	13.1	12.98	11.85						
	MDS	T/m <sup>3</sup>	1.79	1.825	1.85	1.90	1.83	1.76						
Índice Plasticidad	IP	%	29.93	29.60	28.93	27.24	27.00	26.80						
Humedad	w	%	17.67	16.68	16.49	16.13	16.02	15.91						
Densidad	$\rho$	kN/m <sup>3</sup>	18.77	18.80	18.94	18.99	17.93	17.10						

Se ilustra en la siguiente tabla 1.6, la inflye de la ceniza de tusa de maíz en las propiedades mecánicas en la estabilización de suelos para cimentaciones de edificaciones.

**Tabla 1. 6:** Propiedades mecánicas del suelo con adiciones de ceniza de tusa de maíz al terreno

CUADRO COMPARATIVO														
DESCRIPCIÓN		UNO	MUESTRA											
			TERRENO NATURAL		ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL TERRENO									
					5%		10%		15%		20%		25%	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	
	ASHTO	A-7-6	(10)	A-7-6	(10)	A-7-6	(10)	A-7-6	(10)	A-6	(10)	A-6	(10)	
Corte Directa	C'	kN/m <sup>2</sup>	28	28.5	28	28.1	24.95	24.1						
	$\phi'$	°	4	4.4	5.5	8.4	8.8	7.1						
Carga admisible	adm	kg/cm <sup>2</sup>	0.77	0.79	0.81	0.88	0.79	0.57						

La dosificación óptima encontrada de la presente investigación es el 15% de adición de ceniza de tusa de maíz al terreno (suelo), con el cual se alcanza la capacidad portante del terreno mayor que las demás dosificaciones ( $q_{adm} = 0,88 \frac{kg}{cm^2}$ ).

Los valores obtenidos de capacidad de carga admisible frente a la resistencia de corte ( $q_{adm} = 0,88 \frac{kg}{cm^2}$ ), son valores menores de la presión de servicio máximo de  $q_s = 1,30 \frac{kg}{cm^2}$ , que demuestra que se debe tomar medidas de tratamiento del terreno de fundación de la cimentación que se ilustra en la siguiente figura 1.1.

**Figura 1. 1:** Tratamiento o mejoramiento plateada a nivel del terreno de fundación

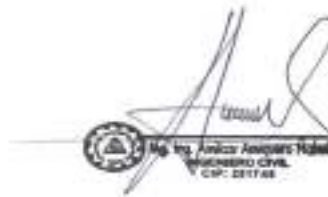



Ingeniero Andrés Amparán Páez  
Peruano  
CIP: 24748

Se ilustra en la siguiente tabla 1.7, cuadro comparativo de resultado de los ensayos del estudio de mecánica de suelos con fines de cimentaciones en edificaciones.

Tabla 1. 7: Cuadro comparativo de resultado de los ensayos

CUADRO COMPARATIVO												
DESCRIPCIÓN		UNID.	MUESTRA									
			TERRENO NATURAL		ADICIONES DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL TERRENO							
			CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA
Clasificación de suelos	SUCS		CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA	CL	ARCILLA LIGERA
	AASHTO		A-7-6	(19)	A-7-6	(18)	A-7-6	(18)	A-7-6	(16)	A-6	(15)
Proctor Modificado	OCH	%	34	33.8	33.6	33.1	32.98	31.85				
	MDS	Tm <sup>3</sup>	1.79	1.825	1.85	1.90	1.81	1.76				
Corte Directo	C'	KN/m <sup>2</sup>	28	28.5	28	28.1	24.95	14.1				
	φ	°	4	4.4	5.5	8.4	7.8	7.1				
Índice Plasticidad	IP	%	19.03	19.06	18.93	17.24	17.06	16.80				
Humedad	w	%	17.07	16.68	16.43	16.31	16.02	15.91				
Densidad	γ	KN/m <sup>3</sup>	18.77	18.86	18.94	18.99	17.93	17.33				
Carga admisible	qm <sub>adm</sub>	Kg/cm <sup>2</sup>	0.77	0.79	0.81	0.88	0.79	0.57				
Variación de Carga admisible con la adición de ceniza de Tusa de Maíz al terreno natural				0.02	0.02	0.07	-0.09	-0.22				



Ing. Ing. Américo Anselmo Nolasco  
Ingeniero Civil  
CIP: 251748

VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO

CALICATA (C\_01): TERRENO NATURAL CON FINES DE CIMENTACIÓN



VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO

TUSA DE MAÍZ CON FINES DE CIMENTACIÓN



**VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DE LABORATORIO**

DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 107)



Ing. Aníbal Rodríguez Pineda  
Ingeniero Civil  
CIP: 281748

VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DE LABORATORIO

ENSAYOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



  
Ing. Ing. Antonio Amador Pineda  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 251748

Anexo 4: Certificados de calibración



# PINZUA

LABORATORIO DE METROLOGIA




**T-20056-005 RO**

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**  
*Calibration Certificate - Temperature Laboratory*

<b>Equipo</b> <i>Equipment</i>	HORNO ELÉCTRICO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PT-1102
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	111
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	RETICORP E.I.R.L.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. HUAYTARA NRO. 330 (SEÑORA DEL GMACIO)
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2019 - 12 - 18
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2020 - 01 - 09
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that they arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized Signatures*



**Ing. Sergio Wán Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología



**Tecg. Javier López Poveda**  
Metrología Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | C/ B. RÍO NEGRAS 1798, CP 21174-4336 - 317422220 | [compra@pinzua.com.pe](mailto:compra@pinzua.com.pe) | [WWW.PINZUA.COM](http://WWW.PINZUA.COM)



**DATOS TÉCNICOS**

Método Empleo Comparación Directa  
Documento de Referencia DAOKS DKD-R 5-7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuaufgabe 2010

Resolución 0,01 °C  
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital  
Certificado de Calibración T-18305-001 RO de Pinzuar  
Volumen útil 120

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{p=95\%}$
108,4	109,5	-1,1	3,9	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfico 1. Ubicación de los sensores

Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point <sup>1</sup> °C	Estabilidad del Medio <sup>2</sup> °C	Uniformidad del Medio <sup>3</sup> °C	Efecto de Radiación <sup>4</sup> °C	Efecto de Carga <sup>5</sup> °C
110,00	0,13	2,87	0,70	—

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
107,99	110,28	111,20	108,00	108,75	107,47	110,17	109,31	108,42

Tabla 3. Valor promedio de los sensores

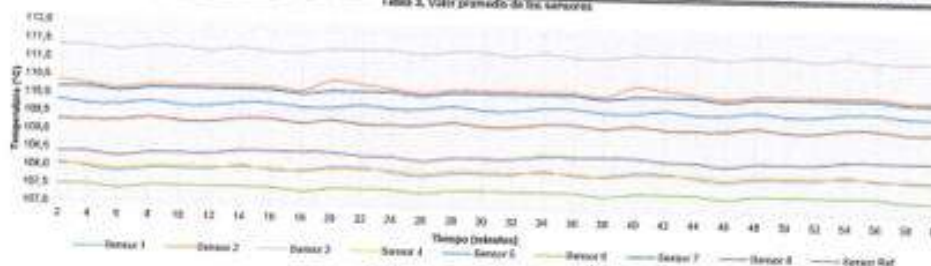


Gráfico 2. Estabilidad y uniformidad del medio

UNPC-2014-01-003

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología. Cl. El Atarés 72. I. Rte. 57. D. 365. 8555. 517403550 | Email: info@pinzuar.com.uy | WWW.PINZUAR.COM.UY



**T-20056-005 RO**

Página 7 de 3

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** (Continuación)

**Definiciones**

- <sup>1</sup> Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- <sup>2</sup> Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>3</sup> Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>4</sup> Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- <sup>5</sup> Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de calibración fue LABORATORIO RETCORP. Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 18,5 °C  
Temperatura Mínima 16,0 °C

Humedad Máxima 65 %HR  
Humedad Mínima 64 %HR

**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %, Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/los certificado(s) de calibración de sitios patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CONTACTO**

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

<b>Nombre</b>	RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
<b>Organización</b>	RETCORP E.I.R.L.
<b>Cargo</b>	GERENTE GENERAL
<b>Teléfono</b>	942844782
<b>Correo Electrónico</b>	swretamozo@pucp.pe

**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No.

**T-20056-005**

Fin del Documento

WPC-21-F-01-012

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: C/18 de Mayo 72, I.ETA, 17 (1) 346 7000 - 317423960 | [info@grupopinzuar.com](mailto:info@grupopinzuar.com) | [WWW.PINZUAR.COM/CO](http://WWW.PINZUAR.COM/CO)



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METR

ACREDITADO  
ONAC  
NÚMERO 17025-2017  
11-LAC-004



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**  
Calibration Certificate - Force of Laboratory

**F -20056-001 R0**

Página 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO - 2,5 kN	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem relacionado en esta página. El laboratorio que la emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned on page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PS-107-2	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	137	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No indica	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	Del 20 % al 100 %	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	RETCORP E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO)	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Recepción</b> <i>Date of Receipt</i>	2019 - 12 - 18	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2019 - 12 - 18	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2020 - 01 - 06	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

En la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se permite reproducir el informe, excepto cuando la reproducción se lo solicita, ya que compromete la seguridad que los datos del certificado no son extraídos de contexto. Los certificados de calibración en tiempo real están sujetos a esta condición.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it prevents the security that the parts of the certificate are not taken out of context. On-demand calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized signatories*

  
Tecn. Sergio Fran Martinez,  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tecn. Francisco Duran Romero,  
Gerente Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 Rev. 002

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl. H. R. 103A-72 | 1100 57 01 246 0555 - 074203207 | [inform@pinzuar.com](mailto:inform@pinzuar.com) | [www.pinzuar.com](http://www.pinzuar.com)



**F-20056-001 RO**

Página / Pág 2 de 4

**DATOS TÉCNICOS**

Tipo de equipo: EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO - 2,5 KN  
 Capacidad: 2,5 KN Dirección de carga: COMPRESIÓN  
 Documento de Referencia: NTC-ISO 7500-1 (2007-07-25)  
 Ubicación: LABORATORIO RETCORP

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración del instrumento fue efectuada según las disposiciones de NTC-ISO 7500-1 (2007-07-25), bajo el método de Comparación Directa, Fuerza Indicada Constante. Y en cumplimiento con lo dispuesto en la Revisión 15 del Procedimiento Interno LM-PC-05.

**PATRONES EMPLEADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN**

Equipo CELDA DE CARGA 5 KN  
 Fabricante AEP transducers  
 Tipo / Modelo TSTM / MP8A basic  
 Serie 801625 / 6075  
 Código Interno 017402  
 Intervalo de Medición 5,0000 KN  
 Clase 1,0  
 Certificado 4275  
 Organismo Cert. INM  
 Fecha de Validez 2021-10-22  
 Incertidumbre 0,091  
 CMC 0,53 %\*\*

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Posición del Patrón			0°	120°	120°	240°	0°
INDICACIÓN			Serie 1	Serie 2	Serie 2'	Serie 3	Serie 4
Mg.	x	Pt.	Ascendente	Ascendente	Descendente	Ascendente	Acc. Ascendente
%	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN
20	0,50	0,500 0	0,502 5	0,502 3	--	0,502 4	--
30	0,75	0,750 0	0,753 3	0,753 1	--	0,753 2	--
40	1,00	1,000 0	1,004 1	1,003 9	--	1,004 0	--
50	1,25	1,250 0	1,254 8	1,254 6	--	1,254 7	--
60	1,50	1,500 0	1,505 3	1,505 2	--	1,505 4	--
70	1,75	1,750 0	1,756 0	1,755 8	--	1,755 8	--
80	2,00	2,000 0	2,006 3	2,006 1	--	2,006 3	--
90	2,25	2,250 0	2,256 7	2,256 6	--	2,256 7	--
100	2,50	2,500 0	2,507 1	2,507 0	--	2,507 0	--
Indicación después de la carga			0,004	0,004	--	0,004	--

Nota: \*\* Porcentaje de la lectura  
 LM-PC-05-F-01 Rev. 10.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - Cl. 15 #1058-72 - P.R. 2ª Et. - 745-4565 - 37723340 | Email: info@pinzuar.com | www.pinzuar.com.co



F -20056-001 R0  
Página 3 de 4

**TABLA DE ERRORES DE LA CALIBRACIÓN**

Capacidad		2,500 0	División de Escala						0,00010	kN			
Porcentaje de Carga	Promedio de las Lecturas	Equivalente	CÁLCULO DE ERRORES										
			Exactitud (q)		Repetibilidad (b)		Resolución Relativa (a)		Reversibilidad (v)		Accesorios (Acc)		Incertidumbre U
%	kN	kN	kN	%	kN	%	%	kN	%	kN	%	kN	%
20	0,502 36	0,5000	-2,4E-03	-0,47	2,0E-04	0,04	0,020	-	-	-	-	-	-
30	0,753 18	0,7500	-3,2E-03	-0,42	2,0E-04	0,03	0,013	-	-	-	-	2,7E-03	0,53
40	1,003 98	1,0000	-4,0E-03	-0,40	2,0E-04	0,02	0,010	-	-	-	-	4,0E-03	0,53
50	1,254 67	1,2500	-4,7E-03	-0,37	2,0E-04	0,02	0,008	-	-	-	-	5,3E-03	0,53
60	1,505 26	1,5000	-5,3E-03	-0,35	2,0E-04	0,01	0,007	-	-	-	-	6,6E-03	0,53
70	1,755 82	1,7500	-5,8E-03	-0,33	2,0E-04	0,01	0,006	-	-	-	-	8,0E-03	0,53
80	2,006 20	2,0000	-0,006	-0,31	0,000	0,01	0,005	-	-	-	-	9,3E-03	0,53
90	2,256 67	2,2500	-0,007	-0,30	0,000	0,00	0,004	-	-	-	-	0,011	0,53
100	2,507 00	2,5000	-0,007	-0,28	0,000	0,00	0,004	-	-	-	-	0,012	0,53
ERROR RELATIVO DE CERO			0,004	0,004	-	-	0,004	-	-	-	-	0,013	0,53

**ERRORES RELATIVOS ABSOLUTOS MÁXIMOS OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN**

EXACTITUD q (%)	REPETIBILIDAD b (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA a (%)	ERROR DE CERO fe (%)	ACCESORIOS v (%)	REVERSIBILIDAD r (%)
0,47	0,04	0,020 00	0,004	-	-

**RELACIÓN DE LOS ERRORES OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN**



Figura 1. Relación de los errores de Exactitud (q) y de Repetibilidad (b) respecto a la carga aplicada en la calibración.

**CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN**

Temperatura mínima:	14,5 °C	Temperatura máxima:	16,5 °C
Humedad relativa mínima:	61,5 % HR	Humedad relativa máxima:	68,1 % HR
Presión ambiental mínima:	-	Presión ambiental máxima:	-

UM - PC - 05 - F - 01 - Rev. 10.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | C. 11 #1038-22 | H&L D7 (C) 745 4055 | 3174253540 | [informacion@pinzuar.com.co](mailto:informacion@pinzuar.com.co) | [www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)



**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**

La Incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla resultado de la calibración página No 3. La incertidumbre de medición fue calculada utilizando un factor de cobertura  $k = 2,01$ . Para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

**CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007.

CLASE DE LA ESCALA DE LA MÁQUINA	EXACTITUD (%)	REPETIBILIDAD (%)	REVERSIBILIDAD*	CERO (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA (%)
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1,0	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2,0	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3,0	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

\* El error relativo de reversibilidad sólo se determina cuando se solicita.

**TRAZABILIDAD**

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CONTACTO**

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud del servicio.

**Nombre** RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER  
**Organización** RETCORP E.I.R.L.  
**Cargo** GERENTE GENERAL  
**Teléfono** 942844782  
**Correo Electrónico** swretamozo@pucp.pe

**OBSERVACIONES**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento y apta para su calibración.
2. En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. (NTC-ISO 7 500-1)
3. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7500-1 de 2007, numeral 6.4.2, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C y 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.
4. Con el presenta certificado de calibración se adjunta la estampilla de calibración No. **F -20056-001 RO**

Fin del Certificado

LM - PC - 05 - F - 01 Rev. 10.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Of. 11 | Av. 0108 72 | 17010, Of. 05 | 740-4920 | 31174033344 | [swretamozo@pucp.pe](mailto:swretamozo@pucp.pe) | [WWW.PINZUAR.COM/CO](http://WWW.PINZUAR.COM/CO)



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 322


Solicitante: RETCORP E.I.R.L.  
Direccion: JR. HUAYTARA NRO. 350 (IGDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

### MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148 Referencia: PS23

Número de Serie	Diámetro inferior mm	Altura mm	Altura del Collar mm	Espesor de base mm	Número de Perforaciones und
0237863047-016	152,49	178,11	50,73	11,2	28

Fecha: 2020-01-06

Firma:   
Henry Julia León Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-16/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellevista - Callao.  
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 328

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO


### MOLDE CILÍNDRICO PARA CONCRETO 6" X 12"

Norma: INV E-402

Referencia: PC127

CARACTERÍSTICAS	NUMERO DE SERIE	RESULTADO	UNIDAD
Altura del molde	0136637146-044	304,87	mm
Diámetro interno del molde		155,55	mm
Altura del molde	0136641108-021	304,89	mm
Diámetro interno del molde		154,05	mm
Altura del molde	0136637146-018	305,75	mm
Diámetro interno del molde		154,98	mm
Altura del molde	0136652147-005	304,40	mm
Diámetro interno del molde		155,63	mm
Altura del molde	0136637146-036	304,85	mm
Diámetro interno del molde		155,84	mm
Altura del molde	0136637146-045	304,52	mm
Diámetro interno del molde		155,82	mm

Fecha: 2020-01-06

Firma:   
Henry Luis Lora Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 958 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos SI(1) 5821263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 94382708 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 321**

**Fecha: 2020-01-06**

**Solicitante:** RETCORP E.I.R.L.  
**Dirección:** JR. HUAYTARA NRO. 330 (CDRA DEL GMACSO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO  
**Ciudad:** AYACUCHO  
**Instrumento:** RECIPIENTE CALIBRADO DE 1/2 PIE CÚBICO  
**Fabricante:** Pinzuar Ltda.  
**Modelo:** PC - 114  
**Serie:** NO INDICA  
**Patrón de calibración:** PIE DE REY  
**Trazabilidad:** Certificado L-8833 Pinzuar Ltda.  
**Método de Calibración:** Comparación Directa.

**Se Realizaron las siguientes medidas:**

TABLA DE RESULTADOS	
Valor nominal volumen del recipiente	Medición
14,16 Litros	14,31 Litros

Firmado

  
Henry Julián Mesgo  
Métrólogo Laboratorio de Metrología  
PINZUAR LTDA.

**TRAZABILIDAD:** Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.  
Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4646886 | RPC 886654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.CO



**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 320**

Fecha: 2020-01-06

**Solicitante:** RETCORP E.I.R.L.  
**Dirección:** JR. HUAYTARA NRO. 330 (CDRA DEL GRACIO) AYACUCHO -  
HUANANGA - AYACUCHO  
**Ciudad:** AYACUCHO  
**Instrumento:** RECIPIENTE CALIBRADO DE 1/10 PIE CÚBICO.  
**Fabricante:** Pinzuar Ltda.  
**Modelo:** PC - 112  
**Serie:** NO INDICA  
**Patrón de calibración:** PIE DE REY  
**Trazabilidad:** Certificado L-8833 Pinzuar Ltda.  
**Método de Calibración:** Comparación Directa.

Se Realizaron las siguientes medidas:

TABLA DE RESULTADOS	
Valor nominal volumen del recipiente	Medición
2,83 Litros	2,97 Litros

Firmado

  
Henry Julio León Masgo  
Metrólogo Laboratorio de Metrología  
PINZUAR LTDA.

**TRAZABILIDAD:** Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.  
Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología Dimensional**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-189

Page / Pág 1 de 2

Equipo Instrument	COMPARADOR DE CARATULA
Fabricante Manufacturer	BAKER
Modelo Model	K50
Número de Serie Serial Number	BJE948
Identificación Interna Internal Identification	NO INDICA
Intervalo de Medición Measurement Range	0 in a 1 in
Solicitante Customer	RETCORP E.I.R.L.
Dirección Address	JR. HUAYTARA NRO. 330 (TORA DEL GMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
Ciudad City	AYACUCHO
Fecha de Recepción Date of Receipt	2020 - 01 - 14
Fecha de Calibración Date of Calibration	2020 - 01 - 14
Fecha de Emisión Date of Issue	2020 - 01 - 14

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que se puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos  
Number of pages of the certificate and documents attached

03

De la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir ni alterar, excepto cuando se reproduce en su totalidad, lo que proporciona la seguridad que los datos del certificado no se han alterado. Los certificados de calibración de Pinzuar Ltda. son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report shall not be reproduced or altered, except if it reproduces in its entirety, which it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Calibration Certificates of Pinzuar Ltda. are valid.

Firmas Autorizadas  
Authorized signatories

Sergio Julio León Masgo  
Director General de Metrología



**DATOS TÉCNICOS**

<b>Tipo de Indicación</b>	Análoga
<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Intervalo Calibrado</b>	0 in a 1 in
<b>División de Escala</b>	0,001 in
<b>Patrón de referencia</b>	Banco Calibrador Comparadores de Carátula
<b>Número de Certificado</b>	2626 del Instituto Nacional de Metrología
<b>Documento de Referencia</b>	Procedimiento DI - 010 del Centro Español de Metrología
<b>Procedimiento Interno</b>	LM - PC - 25

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

El equipo se inspeccionó y se encontró en buen estado. A continuación se realizó el montaje ajustando el equipo en la indicación de cero y se procedió con la toma de datos. Los resultados de la calibración se encuentran en la siguiente tabla.

Valor Nominal in	Lectura Ascendente in	Lectura Descendente in	Error Ascendente mil *	Error Descendente mil *	Incertidumbre Expandida mil *	L. con una probabilidad del 95,45 %
0,0500	0,050 00	0,050 20	0,00	-0,20	0,06	2,01
0,1000	0,100 30	0,100 20	-0,30	-0,20	0,06	2,01
0,2000	0,200 20	0,200 10	-0,20	-0,10	0,06	2,01
0,3000	0,300 30	0,300 30	-0,30	-0,30	0,06	2,01
0,4000	0,400 20	0,400 20	-0,20	-0,20	0,06	2,01
0,5000	0,500 20	0,500 30	0,20	-0,30	0,06	2,01
0,6000	0,600 30	0,600 30	-0,30	-0,30	0,06	2,01
0,7000	0,700 40	0,700 20	-0,40	-0,20	0,06	2,01
0,8000	0,800 40	0,800 30	-0,20	-0,30	0,06	2,01
0,9000	0,900 40	0,900 40	-0,40	-0,40	0,06	2,01
1,0000	1,000 40	1,000 40	-0,40	-0,40	0,06	2,01

Tabla 1. Resultados de la calibración



Figura 1. Gráfico de error vs. valor nominal

A partir de los datos se pueden calcular los errores presentes en la tabla dos

Error Máximo Ascendente <sup>(1)</sup>	Error Máximo Descendente <sup>(2)</sup>	Error de Histeresis <sup>(3)</sup>
-0,0005 in	-0,0005 in	0,0079 in

Tabla 2. Errores calculados

<sup>(1)</sup> Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se presiona el brazo móvil.

<sup>(2)</sup> Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se libera el brazo móvil.

<sup>(3)</sup> Error de histeresis máximo y absoluto encontrado en la calibración.

<sup>(4)</sup> Según NIST SP 801-2008, mil = milipésimas



### CONDICIONES AMBIENTALES

Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Máxima:	20 °C	Humedad Máxima:	59 %
Temperatura Mínima:	19,6 °C	Humedad Mínima:	58 %

### INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k$  para un nivel de confianza aproximado del 95% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

### TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. asegura la trazabilidad de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I.

### OBSERVACIONES

1. El certificado de calibración sin las firmas no tiene validez.
2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición a intervalos apropiados.
3. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, sin obtener permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
4. Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
5. Se anexa con el certificado la estampilla de calibración No. **L-189**

  
**Henry Julio León Masgo**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Fin de Documento



**PINZUA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
*Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory*

**M-20056-003 RO**

*Page / Pág 1 de 4*

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	SPX422
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	BB14648045
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	420 g
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	RETCORP E.I.R.L.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO)
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2019 - 12 - 18
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2020 - 01 - 06

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

04

Si la reproducción del laboratorio de Metrología PINZUAR S.A. o no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los datos del certificado no se están de contexto. Los certificados de calibración en línea no son válidos.  
If without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unprinted calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized signatures*

**Tecg. Sergio Iván Martínez**  
*Director Laboratorio de Metrología*

**Tecg. FRANCISCO Durán Ríos**  
*Métrlogo Laboratorio de Metrología*

LABORATORIO #12

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

©2004-2018 Metrología. CD 15 91026-72 - HUK, 57 (3) 345 4535 - 81742326474 | [informacion@pinzuar.com](mailto:informacion@pinzuar.com) | [WWW.PINZUAR.COM](http://WWW.PINZUAR.COM)





**M-20056-003 R0**

Page / Pág. 2 de 4

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa	
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 420 g	
<b>División de Escala</b>	0,01 g	
<b>Resolución</b>	0,01 g	
<b>Número de Serie</b>	BS14846045	
<b>Identificación Interna</b>	NO INDICA	
<b>Instrumentos de Referencia</b>		
<b>Tipo / Modelo</b>	Cilíndricas	Láminas
<b>Marca</b>	MC / TROEMNER	MC
<b>Código Interno</b>	011123 / 011125	011124
<b>Clase de exactitud</b>	E2	E2
<b>Certificado No.</b>	M-2675 / M-2678 Unión Metroológica	M-2673 Unión Metroológica
<b>Documento(s) de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/go-01/V.00.2009 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.	
<b>Procedimiento Interno Número</b>	LM - PC - 24	

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Se realizaron las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Números 4,5,6,7; Apéndice A,B,C,D,E y F obteniendo los resultados a continuación:

**RESULTADOS ENSAYO DE EXACTITUD**

Carga	Indicación	Error	Indicación	Error	Incertidumbre expandida
	ascendente		descendente		
g	g	g	g	g	± g
1,000	1,00	0,000	1,00	0,000	0,011
5,000	5,00	0,000	5,00	0,000	0,011
10,000	10,00	0,000	10,00	0,000	0,011
20,000	20,00	0,000	20,00	0,000	0,011
50,000	50,00	0,000	50,00	0,000	0,011
100,000	100,00	0,000	100,00	0,000	0,011
200,000	200,00	0,000	200,00	0,000	0,013
300,000	300,00	0,000	300,00	0,000	0,016
400,000	400,00	0,000	400,00	0,000	0,020
420,000	420,01	0,010	420,00	0,000	0,020

Tabla 1. Resultados prueba de exactitud

LMPC-24-F-01 R3.2

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

SEDE: Calle de Tecnología - Cl. 16 #1256-72 - P.B. - C.P. 740 4500 - 5174033643 | [inform@pinzuarlaboratorio.com](mailto:inform@pinzuarlaboratorio.com) | [WWW.PINZUARLABORATORIO.COM](http://WWW.PINZUARLABORATORIO.COM)



**M-20056-003 RO**

Página / Pág. 3 de 4

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

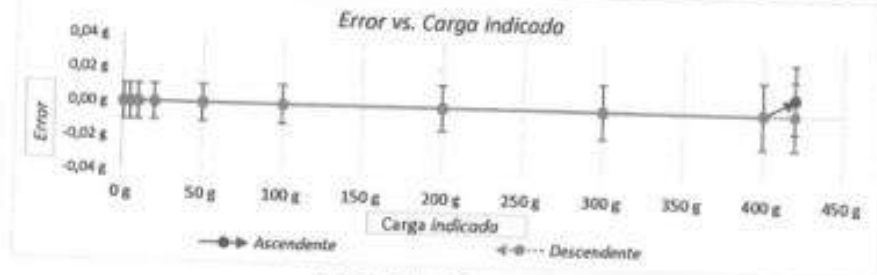


Figura 1. Gráfica de Error vs. Carga indicada

**EXCENRICIDAD**

Carga 140 g	Indicación	Desviación
Posición	g	g
1	140,00	0,00
2	140,00	0,00
3	140,01	0,01
4	140,01	0,01
5	140,00	0,00

Tabla 2. Resultados prueba de excentricidad

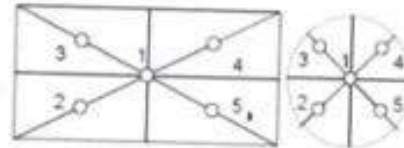


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad

**REPETIBILIDAD**

Carga:	210 g	420 g
Repeticiones	Indicación	Indicación
1	210,00	420,00
2	210,00	420,00
3	210,00	420,00
4	210,00	420,00
5	210,00	420,00
6	210,00	420,01
7	210,00	420,00
8	210,00	420,00
9	210,00	420,00
10	210,00	420,00
Desviación Estandar	0,000 0 g	0,003 2 g

Tabla 3. Resultados prueba de Repetibilidad

LMPC-24-F-01 R3.2

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - C. 16 41028-72 - 118a. 57 (1) 245 4336 - 1174213540 E: info@pinzuar.com.mx I: WWW.PINZUAR.COM.MX



**M-20056-003 R0**

Page / Pág. 4 de 4

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la calibración fue LABORATORIO RETCORP. RETCORP E.I.R.L., JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	12,0 °C	Temperatura Mínima:	11,0 °C
Humedad Máxima:	66 %HR	Humedad Mínima:	65 %HR
Presión Barométrica Máxima:	1014,0 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1014,0 hPa

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calculó con un  $k=2$ . Todo lo anterior basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008 y el anexo C de la norma NTC 1848:2007.

**TRAZABILIDAD**

El/los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CONTACTO**

El contacto directo entre el Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S y el solicitante del servicio fue:

<b>NOMBRE</b>	RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
<b>ORGANIZACIÓN</b>	RETCORP E.I.R.L.
<b>CARGO</b>	GERENTE GENERAL
<b>TELÉFONO</b>	942844782
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	swretamozo@pucp.pe

**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-20056-003 R0**

LMPC-247-01 R3.2

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología - CT 18 # 1028-72 - 110x 57 CV - No. 4296 - 3° 725345014.com/metrologia@pinzuar.com.pe WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUA**  
LABORATORIO DE METF



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**

**M-20056-004 R0**

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	R31P30	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	8340210458	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum Load</i>	30 000 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	RETCORP E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO)	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2019 - 12 - 19	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2020 - 01 - 07	

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

04

Si la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUA S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los partes del certificado no se separan de contexto. Los certificados de calibración en línea no son válidos.

If the approval of the Pinzua Metrology Laboratory, this report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. On-line calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**

*Authorized signatures*

  
Tecn. Sergio Nán Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tecn. Francisco Durán Romero  
Metrología Laboratorio de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - Cl 19 #1036 Pz 1190 S7 (5) 765 4986 - 7 7423794 | [informacion@pinzua.com.co](mailto:informacion@pinzua.com.co) | [WWW.PINZUA.COM.CO](http://WWW.PINZUA.COM.CO)



**M-20056-004 R0**

Page / Pág. 2 de 4

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 30000 g
<b>División de Escala</b>	1 g
<b>Resolución</b>	1 g
<b>Número de Serie</b>	8340210458
<b>Identificación Interna</b>	NO INDICA
<b>Instrumentos de Referencia</b>	
<b>Tipo / Modelo</b>	Cilíndricas
<b>Marca</b>	PINZUAR LTDA
<b>Código Interno</b>	011101 / 011114
<b>Clase de exactitud</b>	F1 y F2
<b>Certificado No.</b>	M-1917 Unión Metrología / M-5717 Pinzuar Ltda. / M-2796 de Unión
<b>Documento(s) de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00.2009 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.
<b>Procedimiento Interno Número</b>	LM – PC – 24

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Se realizaron las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Números 4,5,6,7; Apéndice A,B,C,D,E y F obteniendo los resultados a continuación:

**RESULTADOS ENSAYO DE EXACTITUD**

<b>Carga</b>	<b>Indicación ascendente</b>	<b>Error</b>	<b>Indicación descendente</b>	<b>Error</b>	<b>Incertidumbre expandida</b>
<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>± g</b>
1,00	1	0,00	1	0,00	0,82
50,00	50	0,00	50	0,00	0,82
500,00	500	0,00	500	0,00	0,82
1000,00	1 000	0,00	1 000	0,00	0,82
5000,00	5 000	0,00	5 000	0,00	0,82
10000,01	10 000	-0,01	10 000	-0,01	0,82
15000,02	15 000	-0,02	15 000	-0,02	0,82
20000,03	20 000	-0,03	20 000	-0,03	0,82
25000,03	25 000	-0,03	25 000	-0,03	0,82
30000,04	30 000	-0,04	30 000	-0,04	0,83

Tabla 1. Resultados prueba de exactitud

LM-PC-24-F-01 R3.2

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología: Cl 18 #1028 72 - 1796 57 (1) 465 8355 - 3174235640 Ecometro@pinzuar.com.co EWWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

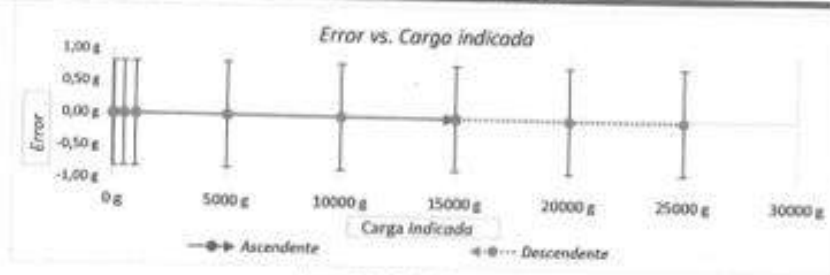


Figura 1. Gráfico de Error vs. Carga indicada

**EXCENTRICIDAD**

Carga 10000 g	Indicación	Desviación
Posición	g	g
1	10 000	0
2	10 000	0
3	10 000	0
4	10 000	0
5	10 000	0

Tabla 2. Resultados prueba de excentricidad

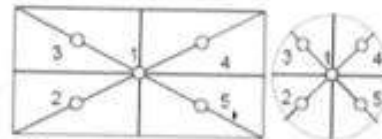


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad

**REPETIBILIDAD**

Repeticiones	Carga:	
	15000 g	30000 g
	Indicación	Indicación
1	15 000	30 000
2	15 000	30 000
3	15 000	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 000	30 000
7	15 000	30 000
8	15 000	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
<b>Desviación Estandar</b>	<b>0,00 g</b>	<b>0,00 g</b>

Tabla 3. Resultados prueba de Repetibilidad

IM-PC-24-F-01 R12

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - Cl 15 #1020-72 - 1496 57 (0 76) 4555 - 3174256411 | [administracion@pinzuar.com.co](mailto:administracion@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



**M-20056-004 R0**

Página / Pág. 4 de 4

#### CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue LABORATORIO RETCORP, RETCORP E.I.R.L., AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	18,8 °C	Temperatura Mínima:	17,7 °C
Humedad Máxima:	58 %HR	Humedad Mínima:	57 %HR
Presión Barométrica Máxima:	1014,0 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1014,0 hPa

#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calculó con un  $k=2$ . Todo lo anterior basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008 y el anexo C de la norma NTC 1848:2007.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### CONTACTO

El contacto directo entre el Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S y el solicitante del servicio fue:

NOMBRE	RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
ORGANIZACIÓN	RETCORP E.I.R.L.
CARGO	GERENTE GENERAL
TELÉFONO	942844782
CORREO ELECTRÓNICO	swretamozo@pucp.pe

#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-20056-004 R0**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | C. 15 W1026-72 | Fono: 94 942 844 782 | 3114032643 | [certificados@pinzuar.com.pe](mailto:certificados@pinzuar.com.pe) | [WWW.PINZUAR.COM.PE](http://WWW.PINZUAR.COM.PE)

PINZUAR S.A. SUCURSAL DEL PERÚ  
 peru.laboratorio@pinzuar.com.co  
 Telf. 5621263  
**CERRADO**  
 Certificado: **M-202**  
 Fecha: **2019-12-17**  
 Firma: *[Signature]*

**PINZUAR LTDA**  
 LABORATORIO DE METROLOGÍA

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
 Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M - 202

Página / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PESA NO NORMALIZADA	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en las que realizaron las mediciones. Dichos resultados sólo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	NO INDICA	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	NO INDICA	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
Intervalo Calibrado <i>Calibrated Range</i>	0,5 kg - 16 kg	
Solicitante <i>Customer</i>	RETCORP E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
Fecha de Recepción <i>Date of Receipt</i>	2019 - 12 - 16	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2019 - 12 - 17	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2019 - 12 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate including annexes</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede replicar el informe, excepto cuando se reproduzca en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los partes del certificado no se hayan desvirtuado. Los certificados de calibración sólo tienen validez si son emitidos.  
 Without the approval of the Peruvian Weighing Laboratory, no report can not be replicated, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unapproved calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized signatories*  
  
**HENRY JULIO LEÓN MASGO**  
 Metrología Laboratorio de Metrología

IMPRESO EN PERÚ



### DATOS TÉCNICOS

<b>Lugar de Calibración</b>	Laboratorio de Metrología PINZUAR Ltda. (Mesa)
<b>Método Empleado</b>	Comparación directa, utilizando el esquema de pesaje ABBA.
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA
<b>Identificación Interna</b>	NO INDICA
<b>Clase de Exactitud</b>	NO INDICA
<b>Número de Pesas</b>	9
<b>Almacenamiento</b>	NO INDICA
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas Cilíndricas F1
<b>Certificado No.</b>	M-1917 Unión Metroológica / M-5717 Pinzuar Ltda.
<b>Documento de Referencia</b>	
<b>Procedimiento Interno</b>	NTC 1846:2007

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

El valor de la masa convencional de cada pesa fue determinado por el método de comparación con pesas patrón, usando el esquema de doble sustitución de pesas, método ABBA. El error máximo permisible de la(s) pesa(s) calibrada(s) se establece de acuerdo a su clase de exactitud. La tabla 1 presenta la masa convencional encontrada.

1. TABLA DE RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Valor Nominal	Identificación / Marca	Masa Convencional	Material	Densidad	Error Máximo	Incertidumbre Expandida
500 g	Ninguna	500 g + 300 mg	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	250 mg	0,83 mg
1 kg	Ninguna	1 kg + 1,90 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,96 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 1,04 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,54 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
2 kg	Ninguna	2 kg + 0,25 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	2500 mg	0,83 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 1,55 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	2500 mg	0,83 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 0,67 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	2500 mg	0,83 g
10 kg	Ninguna	10 kg + 1,9 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	10000 mg	3,33 g

LMPC-017-01 Rev. 7.0



### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se ejecutó dentro de las siguientes condiciones ambientales

Temperatura Máxima	20,4 °C	Temperatura Mínima	20,1 °C
Humedad Máxima	60 %	Humedad Mínima	59 %
Presión Máxima	1000,0 hPa	Presión Mínima	1000,0 hPa

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calculó con un  $k=2$ . Todo lo anterior basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008 y el anexo C de la norma NTC 1848:2007.

### TRAZABILIDAD

Los patrones del laboratorio de metrología de Pinzuar Ltda. han sido trazados al Sistema Internacional de Unidades S.I.

### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. M - 202



**PINZU**  
LABORATORIO DE MET



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-20056-002 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> Instrument	COMPARADOR DE CARÁTULA	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> Manufacturer	METUTOYO	
<b>Modelo</b> Model	ID 8112PEX	
<b>Número de Serie</b> Serial Number	16099682	
<b>Identificación Interna</b> Internal Identification	NO INDICA	
<b>Intervalo de Medición</b> Measurement Range	0 mm a 12,7 mm	
<b>Solicitante</b> Customer	RETCORP E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> Address	JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Ciudad</b> City	AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> Date of Calibration	2019 - 12 - 17	
<b>Fecha de Emisión</b> Date of Issue	2019 - 12 - 18	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> Number of pages of the certificate and documents attached	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzu Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los datos del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración en línea no son válidos.  
Without the approval of the Pinzu Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Issued calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatories

  
Tecn. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tecn. Javier Arnulfo López  
Metrología Laboratorio de Metrología

UNPROCESADO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - Of. 10-A-1028-72 - PNB. 01-03 745-4888 - 311423640 | info@metlogia.com | www.metlogia.com



**DATOS TÉCNICOS**

<i>Tipo de Indicación</i>	Digital
<i>Método Empleado</i>	Comparación Directa
<i>Intervalo Calibrado</i>	0 mm a 12,7 mm
<i>Resolución</i>	0,001 mm
<i>Patrón de referencia</i>	Banco Calibrador Comparadores de Carátula
<i>Número de Certificado</i>	2826 del Instituto Nacional de Metrología
<i>Documento de Referencia</i>	DI - 010 del Centro Español de Metrología, Edición Digital 1

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

El equipo se inspeccionó y se encontró en buen estado. A continuación se realizó el montaje ajustando el equipo en la indicación de cero y se procedió con la toma de datos. Los resultados de la calibración se encuentran en la siguiente tabla.

Valor Nominal mm	Lectura Ascendente mm	Lectura Descendente mm	Error Ascendente $\mu\text{m}$	Error Descendente $\mu\text{m}$	Incertidumbre Expandida $\pm \mu\text{m}$	k, con una probabilidad del 95,45 %
0,64	0,640 26	0,640 26	-0,3	-0,3	1,7	2,01
1,27	1,270 21	1,270 21	-0,2	-0,2	1,7	2,01
2,54	2,540 08	2,540 08	-0,1	-0,1	1,7	2,01
3,81	3,811 29	3,811 29	-1,3	-1,3	1,7	2,01
5,08	5,081 84	5,081 84	-1,6	-1,6	1,7	2,01
6,35	6,351 87	6,351 87	-1,9	-1,9	1,7	2,01
7,62	7,621 91	7,621 91	-1,9	-1,9	1,7	2,01
8,89	8,891 82	8,891 82	-1,8	-1,8	1,7	2,01
10,16	10,161 75	10,161 75	-1,8	-1,8	1,7	2,01
11,43	11,431 78	11,431 78	-1,8	-1,8	1,7	2,01
12,70	12,701 89	12,701 89	-1,9	-1,9	1,7	2,01

Tabla 1. Resultados de la calibración



Figura 1. Gráfico de error vs. valor nominal

A partir de los datos se pueden calcular los errores presentes en la tabla dos

Error Máximo Ascendente <sup>(1)</sup>	Error Máximo Descendente <sup>(2)</sup>	Error de Histéresis <sup>(3)</sup>
-0,0019 mm	-0,0019 mm	0,0000 mm

Tabla 2. Errores calculados

<sup>(1)</sup> Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se presiona el brazo móvil.

<sup>(2)</sup> Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se libera el brazo móvil.

<sup>(3)</sup> Error de histéresis máxima y absoluto encontrado en la calibración.

LMPC-004-FI-000



**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	20,5 °C	Humedad Máxima:	62 %
Temperatura Mínima:	19,6 °C	Humedad Mínima:	62 %

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CONTACTO**

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

<b>Nombre</b>	RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
<b>Organización</b>	RETCORP E.I.R.L.
<b>Cargo</b>	GERENTE GENERAL
<b>Teléfono</b>	942844782
<b>Correo Electrónico</b>	swretamozo@pucp.pe

**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-20056-002**

LM-PC-267-01 R4.0

Firma de Certificado.

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Carretera de Menadaga, C/ 18 #1098-12, I.P.R. SP (1) 725-4555 - 377-023240 | obrametrologia@pinzuar.com.ec | www.pinzuar.com.ec



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 333

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.  
Direccion: JR. HUAYTARA NRO. 330 (ICDRA DEL GMACIO) - AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

#### MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148 Referencia: PS23

Número de Serie	Diámetro inferior mm	Altura mm	Altura del Coliar mm	Espesor de base mm	Número de Perforaciones und
0237872048-016	152,69	177,77	51,15	11,2	28
0237863047-005	152,19	178,44	50,19	11,1	28

Fecha: 2020-01-14

Firma:   
Héctor Julio Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-E-140Rev 00 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma Nº 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos S/() 5621263 - 4641886 | RPC 986654547 - RPM 943827188 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.PE



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 334

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

### PESAS CERRADAS PARA CBR

Norma: ASTM D 1883

Referencia: PG162

Número de Serie	Peso de la Pesa g	Diametro Exterior mm	Diametro Interno mm
0077948026-038	2265,99	150,43	54,66
0077948026-047	2276,49	150,32	54,14

Fecha: 2020-01-14

Firma:   
Henry Julio León Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01 Válido desde 2017-11-15.



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 335

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

### PESAS ABIERTAS PARA CBR


Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: PG161

Número de Serie	Peso de la Pesa g	Diametro Exterior mm	Diametro Interno mm
0087948023-045	2276,78	150,46	53,60
0087948023-043	2278,29	150,27	53,23

Fecha: 2020-01-14

Firma:

  
Henry Julio Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01/ Válido desde 2017-11-15



### CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 337

Fecha: 2020-01-14

**Solicitante:** RETCORP E.I.R.L.  
**Dirección:** JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO  
**Ciudad:** AYACUCHO  
**Instrumento:** TRIPODE DE EXPANSION PARA CBR  
**Fabricante:** Pinzuar Ltda.  
**Modelo:** PS -1  
**Trazabilidad:** Pie de Rey Digital L-17380 Pinzuar Ltda.  
Balanza digital M - 2571 Pinzuar Ltda.  
**Norma de Referencia:** INV E-148 / ASTM D 1883  
**Ensayos realizados:** Verificación

Se Realizaron las siguientes mediciones:

ITEM	CARACTERISTICAS	RESULTADO PROMEDIO	UNIDAD
1	Altura del tripode	124.52	mm
1	Peso del tripode	566.81	g
2	Altura del tripode	124.74	mm
2	Peso del tripode	564.44	g

Firmado

  
Henry Julio Espartero Masgo  
Métrologo Laboratorio Metrología  
PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU

**TRAZABILIDAD:** Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 338

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.  
Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

**DISCO ESPACIADOR (FALSO FONDO)**

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: PS42

N° Serie	CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
0066699021-013	Diámetro exterior	150,81	mm
	Espesor	61,49	mm
0066699021-011	Diámetro exterior	150,84	mm
	Espesor	61,34	mm

Fecha: 2020-01-14

Firma:   
Miguel Ángel Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos SI(I) 5621263 - 4641686 | RPC 886654547 - RPN 94382718 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.PE



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 327

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (1CDRA DEL QMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

DISCO ESPACIADOR (FALSO FONDO)

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148


Referencia: P542

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Diámetro exterior	150,86	mm ±
Espesor	61,31	mm

N° Serie : 0066699021-007

Fecha: 2020-01-06

Firma:

  
Henry-Jairo Lopez Masgo  
Métrologo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma Nº 338 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfono: 5(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

www.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 336

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (CDRA DEL GMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA -  
AYACUCHO

### PLACA DE EXPANSIÓN EN BRONCE PARA CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: P520

N° de Serie	Diámetro inferior mm	Perforaciones und	Diámetro de Perforaciones mm	Espesor mm
0097644039-025	150,07	42	1,68	6,46
0097644039-016	150,25	42	1,67	6,35

Fecha: 2020-01-14

Firma:   
Henry J. Pacheco Masgo  
Métrologo - Laboratorio Metrología

AC-P-01F-140Rev. 01 Válido desde 2017-11-16

Calle Ricardo Palma N° 888 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfono 51(1) 5821283 - 4841088 | RUC 988654547 - RPM 94382788 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.PE



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 319

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (ICDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

### CONO DE ABSORCIÓN DE ARENA

Norma: INV E-222 / ASTM C 138 Referencia: PS8

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Espesor lamina del cono	0,84	mm
Diámetro interior superior del cono	40,69	mm
Diámetro interior base inferior del cono	90,48	mm
Altura del modo cónico	78,42	mm
Masa del Pladón	345,1	g
Diámetro superior del Pladón	25,56	mm

N.º SINEC: 0017017007-015

Fecha: 2020-01-06

Firma:

Henry Añelo León Méjico  
Métrologo Laboratorio de Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01/Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellerista - Callao.  
Teléfonos: (51) 5621263 - 4641686 | RPC: 938854547 - RPM: 943827118 | [labmetrologia@pinzuar.com.pe](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.pe)

[WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 318**

Fecha: 2020-01-06


**Solicitante:** RETODRP E.I.R.L.  
**Dirección:** JIL HUAYTARA NRO. 330 (DCORA DEL IGNACIO) AYACUCHO -  
HUANANGA - AYACUCHO

**Ciudad:** AYACUCHO  
**Instrumento:** CANASTA PARA DENSIDADES  
**Fabricante:** Pinzuar Ltda  
**Modelo:** PS - 12  
**Serie:** NO INDICA  
**Patrón de calibración:** PIE DE REY  
**Trazabilidad:** Certificado L-6833 Pinzuar Ltda.  
**Método de Calibración:** Comparación Directa.

Se Realizaron las siguientes medidas:

TABLA DE RESULTADOS	
Valor nominal volumen de la canasta 4 a 7 litros	Medición 6.38Litros

Firmado

  
Henry Julio Leon Masgo  
Metrologo Laboratorio de Metrologia  
PINZUAR LTDA.

**TRAZABILIDAD:** Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 323

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (ICDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

### PESAS CERRADAS PARA CBR

Norma: ASTM D 1883

Referencia: PG162

Número de Serie	Peso de la Pesa g	Diametro Exterior mm	Diametro Interno mm
0077948026-037	2277,49	150,27	52,94

Fecha: 2020-01-06

Firma:   
Henry Julio León Masgo  
Métrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellevista - Callao.  
Teléfono 51(0) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 316

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (ICDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO


### MOLDE PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

Norma: ASTM D 698 / D 1557 / INV E 142 Referencia: PS3

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Altura caja del collar	9,75	mm
Diámetro externo del collar	164,59	mm
Altura del collar	60,56	mm
Diámetro interno del molde	152,19	mm
Altura del molde	116,74	mm
Altura caja del molde	9,58	mm
Altura de la base	11,53	mm

N° DE SERIE : 0257879021-005

Fecha: 2020-01-06

Firma:   
Henry Julio Leon Masgo  
Métrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos: 51(0) 5621263 - 4641686 | RUC: 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 324

Solicitante: RETCORP E.I.R.L.  
Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (ICDRA DEL GIMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO


### PESAS ABIERTAS PARA CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148      Referencia: PG161

Número de Serie	Peso de la Pesa g	Diametro Exterior mm	Diametro Interno mm
0087948023-040	2254,46	150,13	53,58

Fecha: 2020-01-06

Firma:

  
Henry Julio Lina Masgo  
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14WRev 00 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 338 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos SMI) 5621263 - 464688 | RYC 088254547 - RPM 94352708 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 317

Solicitante: RETCORP E.I.R.L

Dirección: JR. HUAYTARA NRO. 330 (ICDRA DEL GMACIO) AYACUCHO -  
HUAMANGA - AYACUCHO

### MARTILLO PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN MODIFICADO

Norma: INV E-142 / ASTM D 1557

Referencia: P54

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Masa de la pesa	4,54	kg
Diámetro de la pesa	50,71	mm
Altura de caída del martillo	457,50	mm
Perforaciones en la camisa guía	8,00	N.A.
Diámetro de los orificios de la camisa	9,49	mm

SERIE: U268054041-006

Fecha: 2020-01-06

Firma:   
Henry Julio Escobedo Masgo  
Métrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 01/ Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 988 Urbanización San Joaquín Belavista - Callao,  
Teléfonos 51(0) 5621263 - 4641636 | RPC 986654547 - RPM 94382108 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

www.pinzuar.com.pe



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M -205**

Page / Pág 1 de 1

<b>Equipo</b> Instrument	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los daños que puedan derivarse por los mal uso de los instrumentos, ya de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one of the laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> Manufacturer	CHAUSS	
<b>Modelo</b> Model	NV622	
<b>Número de Serie</b> Serial Number	834088782	
<b>Identificación Interna</b> Internal Identification	NO INDICA	
<b>Carga Máxima</b> Maximum Load	620 g	
<b>Solicitante</b> Customer	RETCORP E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> Address	JR. HUAYTARA NRO. 330 (IGDRA DEL GMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Ciudad</b> City	AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> Date of calibration	2020 - 01 - 07	
<b>Fecha de Emisión</b> Date of Issue	2020 - 01 - 07	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> Number of pages of the certificate and documents attached	04	

Si la expedición del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no es su única responsable el informe, tendrá validez en la medida en que se realice, de que procediere la seguridad que los datos de verificación no se usen de manera indebida. Los procedimientos de calibración se limitan a los valores.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, this report/record of accreditation, issued when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the data of the certificate are not taken out of context. Unapproved calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatures

Henry Julio López Murga  
Manejaor Laboratorio de Metrología

04/03/2020 10:11



**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleados</b>	Comparación Directa	
<b>Intervalo Calibrado</b>	0 g a 620 g	
<b>División de Escala</b>	0,01 g	
<b>Resolución</b>	0,01 g	
<b>Número de Serie</b>	8340085792	
<b>Identificación Interna</b>	NO INDICA	
<b>Instrumentos de Referencia</b>		
<b>Tipo / Modelo</b>	Cilíndricos	Laminas
<b>Marca</b>	PINZUAR LTDA	PINZUAR LTDA
<b>Código Interno</b>	011101	011121
<b>Clase de exactitud</b>	F1	F1
<b>Certificado No.</b>	M-1917 Unión Metrología / M-5717 Pinzuar Ltda.	M-2874 Unión Metrología
<b>Documento(s) de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/pc-01V.00.2009 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.	
<b>Procedimiento Interno Número</b>	LM-PC-2H	

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Se realizaron las Pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad, excentricidad. Siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2008, Números 4,5,6,7 Apéndice A,B,C,D,E,F obteniendo los resultados a continuación:

**RESULTADOS ENSAYO DE EXACTITUD**

Carga g	Indicación Ascendente g	Error g	Indicación Descendente g	Error g	incertidumbre expandida ± g
1,00	1,00	0,000	1,00	0,000	0,014
5,00	5,00	0,000	5,00	0,000	0,014
20,00	20,00	0,000	20,00	0,000	0,014
50,00	50,00	0,000	50,00	0,000	0,014
100,00	100,00	0,000	100,00	0,000	0,014
200,00	200,00	0,000	200,00	0,000	0,018
300,00	300,00	0,000	300,00	0,000	0,016
400,00	400,00	0,000	400,00	0,000	0,018
500,00	500,01	0,010	500,01	0,010	0,018
620,00	620,01	0,010	620,01	0,010	0,022

Tabla 1. Resultados prueba de exactitud

LM-PC-24-F-01 Rev. 2.0



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

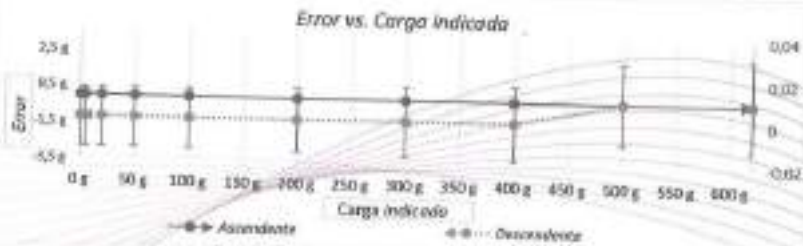


Figura 1. Gráfico de Error vs. Carga indicada

**EXCENTRICIDAD**

Carga 210 g	Indicación	Desviación
Posición	g	g
1	210,00	0,00
2	210,00	0,00
3	210,01	0,01
4	210,00	0,00
5	209,99	-0,01

Tabla 2. Resultados prueba de excentricidad

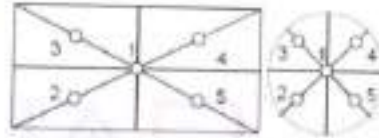


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad

**REPETIBILIDAD**

Carga	300 g	600 g
Repetición	Indicación	Indicación
1	300,00	600,00
2	300,00	600,00
3	300,00	600,01
4	300,00	600,01
5	300,00	600,00
6	300,01	600,01
7	300,00	600,01
8	300,00	600,00
9	300,00	600,01
10	300,01	600,01
Desviación Estandar	0,004 2 g	0,005 2 g

Tabla 3. Resultados prueba de repetibilidad

LM-PC-04-F-01 Rev. 3.0



#### CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue NO INDICA. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	20,2 °C	Temperatura Mínima	20,1 °C
Humedad Máxima	60 %HR	Humedad Mínima	59 %HR
Presión Barométrica Máxima	1006,0 hPa	Presión Barométrica Mínima	1005,0 hPa

#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calcula con un  $k=2$ . Todo lo anterior basado con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections.

#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M -205**

LMP0247-01 Rev 2.0

Fin del Certificado



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología Dimensional**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-186**

Page / Págs. 1 de 1

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PIE DE REY
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	INSIZE
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	1105-200W
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	Z706TT2296
<b>Identificación interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	0 mm a 200 mm
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	RETCORP E.I.R.L.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. HUAYTARA NRO. 330 (CARRERA DEL OMACIO) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Calibration Date</i>	2020 - 01 - 07
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2020 - 01 - 07

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se plasma en esta página. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos, ni de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that appears on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate including annexes*

03

En la aprobación del Laboratorio de Metrología Primer Lab, se es punto responsable el emisor, excepto cuando se reproduce en su totalidad, el que proporciona la información que se puede del certificado en el momento de calibración. Los certificados de calibración solo tienen validez si se reproducen en su totalidad.

Within the approval of the Primer Metrology Laboratory, the issuer is responsible for the information provided when it is reproduced in its entirety, unless it provides the details that the parts of the certificate are not taken out of context. Calibration certificates only have validity if they are reproduced in their entirety.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized signatories*

Henry Aldo Legorreta  
Miembro Laboratorio de Metrología



**DATOS TÉCNICOS**

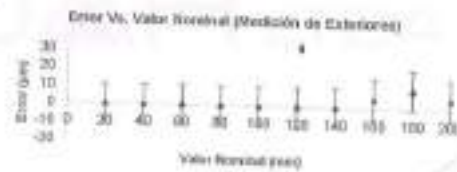
Tipo de Medición Calibrada	Exteriores, Internos y Profundidad
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 mm
Instrumentos de Referencia	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
Certificado No.	3532 del INM y 15-05A22-20-1 de Transcat

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la calibración. Se procede a la realización de la toma de datos respectivo comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la punta a cero del equipo.

**Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores**

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	mm	mm	(p=95,45%)
28	28,000	0	11	2,00
48	48,000	0	11	2,00
60	60,000	0	11	2,00
80	80,000	0	11	2,00
100	100,000	0	11	2,00
120	120,000	0	11	2,00
140	140,000	0	11	2,00
160	160,000	5	11	2,00
180	180,010	10	11	2,00
200	200,005	5	11	2,00



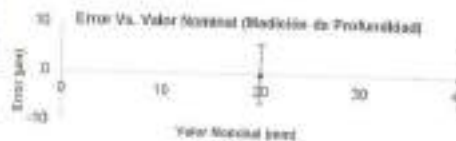
**Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Internos**

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	mm	mm	(p=95,45%)
20	20,000	0	10	2,00
40	40,000	0	10	2,00



**Tabla 3. Resultados para Medición de Profundidad**

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	mm	mm	(p=95,45%)
20	20,000	0,0	0,0	2,01
40	40,000	0,0	0,0	2,01



LMPG-03-F-01 Rev. 3.0



### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	25,3 °C	Humedad Máxima:	30 %
Temperatura Mínima:	20,1 °C	Humedad Mínima:	30 %

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k$  y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

### TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



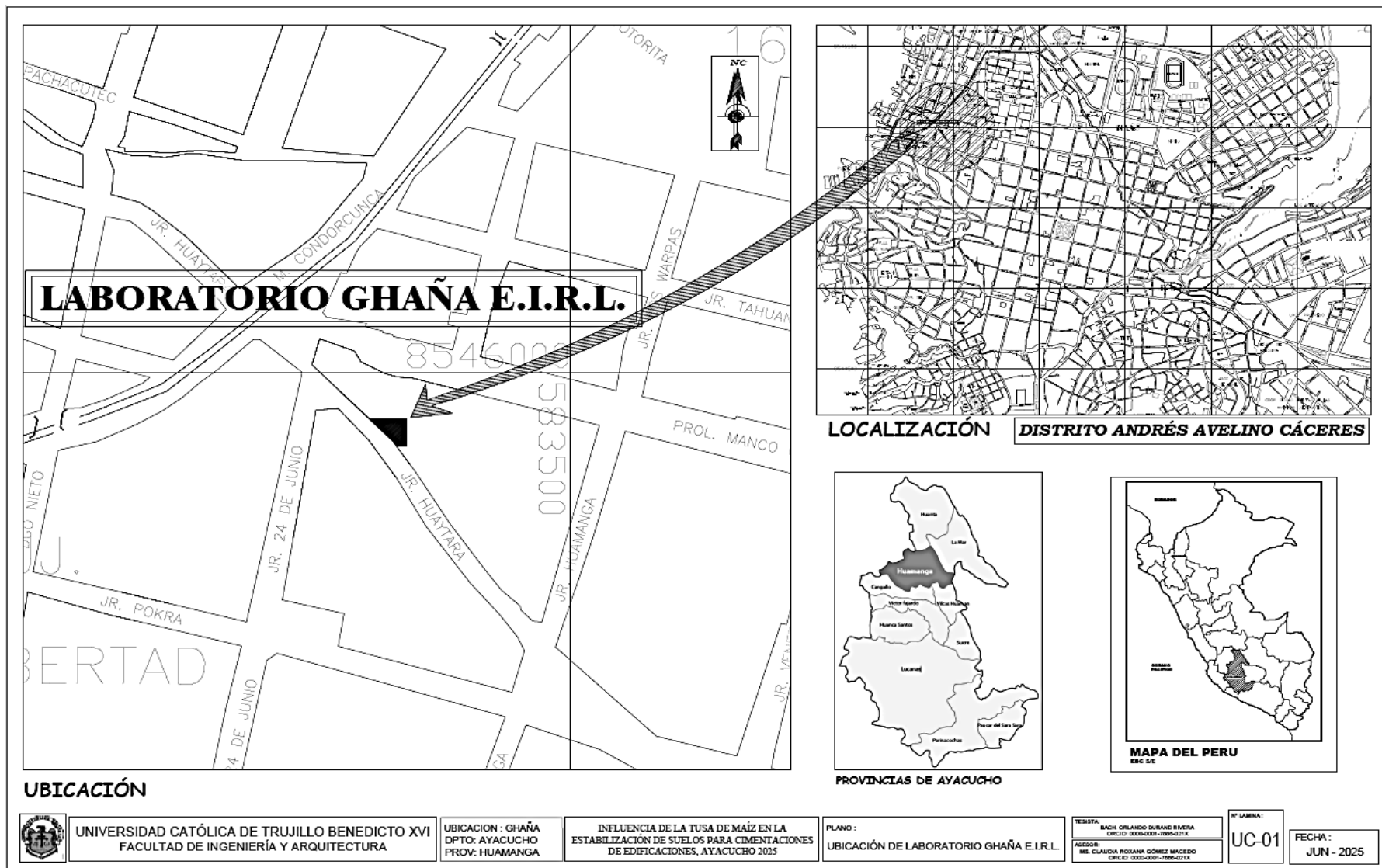
### OBSERVACIONES

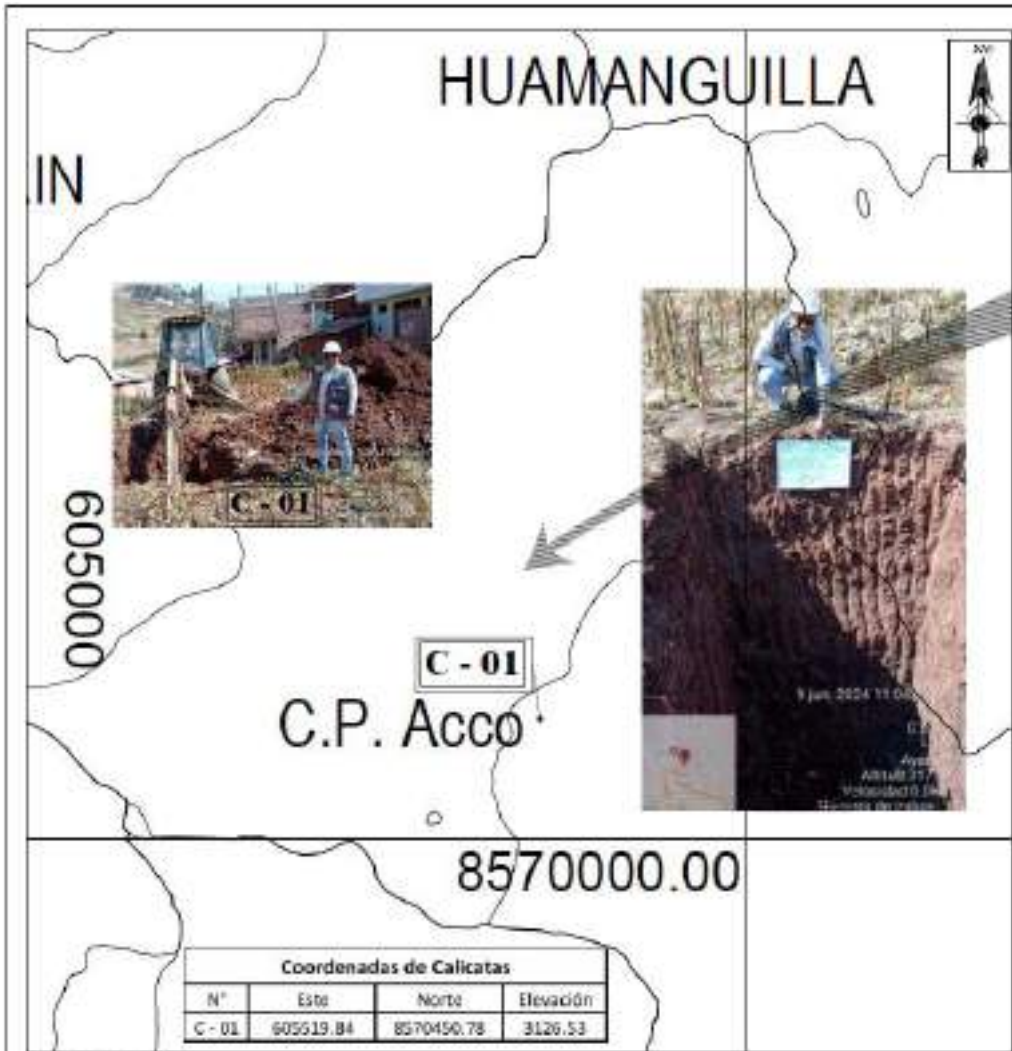
1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-106

LABORATORIO

Fin de Certificado

Anexo 5: Planos





**LOCALIZACIÓN** C.P. ACCO - DISTRITO TAMBO



**PROVINCIA LA MAR - AYACUCHO**



**MAPA DEL PERU**

**UBICACIÓN**



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACIÓN - CALICATA  
DPTO: AYACUCHO  
PROV: LA MAR

INFLUENCIA DE LA TIENDA DE MAÍZ EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CIMENTACIONES  
DE EDIFICACIONES, AYACUCHO 2023

PLANO:  
UBICACIÓN DE CALICATA EN C.P. ACCO

FECHA:  
DISEÑO: [Nombre]  
DPTO: AYACUCHO  
PROV: LA MAR

PLANO:  
UC-02

FECHA:  
JUN - 2023



**LOCALIZACIÓN LA QUEBRADA - SAN BENITO - CAÑETE**



**DISTRITOS DE CAÑETE - LIMA**



**MAPA DEL PERU**

**UBICACIÓN**



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACION - TUSA MAIZ  
DPTO- AYACUCHO  
PROV- HUANANCA

DIFFERENCIA DE LA TUSA DE MAIZ EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA COMENTACIONES  
DE EDIFICACIONES, AYACUCHO 2021

TÍTULO -  
UBICACIÓN DE EXTRACCIÓN DE MAÍZ

FECHA: 2025 JUNIO 03  
AUTOR: [Illegible]

PROYECTO:  
UC-03

FECHA:  
JUN - 2025

## Anexo 6: Reporte de Turnitin

# Facultad De INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## 6 Informe Final - Duran Rivera Orlando 1

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:568847729

Fecha de entrega

18 mar 2026, 17:17 GMT

Fecha de descarga

18 mar 2026, 19:19 GMT

Nombre del archivo

6 Informe Final - Duran Rivera Orlando 1.docx

Tamaño del archivo

60.7 MB

179 páginas

18.783 palabras

106.017 caracteres




# 19% 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

- 12%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 18%  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 permitirían 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

- 12% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 18% 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.

<b>1</b>	Internet		
	repositorio.ucv.edu.pe		2%
<b>2</b>	Internet		
	repositorio.uct.edu.pe		1%
<b>3</b>	Internet		
	www.slideshare.net		1%
<b>4</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo on 2026-02-05	<1%
<b>5</b>	Internet		
	repositorio.utea.edu.pe		<1%
<b>6</b>	Internet		
	repositorio.udh.edu.pe		<1%
<b>7</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma on 2024-12-20	<1%
<b>8</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-03-18	<1%
<b>9</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-11	<1%
<b>10</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-26	<1%
<b>11</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-01-23	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2026-01-31	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-11-25	<1%
14	Internet	hdl.handle.net	<1%
15	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
16	Trabajos del estudiante	POGRADO on 2026-02-22	<1%
17	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-10-30	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-12	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-12-04	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-23	<1%
21	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2026-02-12	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-10-20	<1%
23	Internet	repositorio.upch.edu.pe	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-11	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2025-12-18	<1%

26	Internet	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-23	<1%
28	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2026-02-06	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-08-27	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-11-13	<1%
31	Internet	pirhua.udep.edu.pe	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2026-02-25	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-18	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-11-27	<1%
35	Trabajos del estudiante	Brigham Young University on 2020-07-26	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-10-29	<1%
37	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-07	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%
39	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-13	<1%

40	Trabajos del estudiante	University of Melbourne on 2024-10-28	<1%
41	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
42	Publicación	Juhi Ramteke, Kaminee Rathore, Jayant Damodar Supe. "Green concrete incorpor...	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2026-01-31	<1%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-19	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2026-01-09	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-11	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-11-25	<1%
48	Publicación	Kherouf Mazouz, R. Mansouri, M. Dorbani. "Impact of aging infrastructure on wat...	<1%
49	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-06-23	<1%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-10	<1%
51	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-10-25	<1%
52	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC on 2025-02-25	<1%
53	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%

54 Trabajos del estudiante  
ufidelitas on 2025-08-10 <1%

---

55 Trabajos del estudiante  
Universidad Tecnologica de los Andes on 2026-01-12 <1%

---

56 Publicación  
Sanchez, Michael Giuseppe. "Qualitative Descriptive Analysis: Secondary Mathem... <1%

---

57 Trabajos del estudiante  
Universidad Cooperativa de Colombia on 2023-04-24 <1%

---

58 Trabajos del estudiante  
Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion on 2024-04-08 <1%

---

59 Internet  
repositorio.ujcm.edu.pe <1%

---

60 Internet  
repositorio.untumbes.edu.pe <1%

---

61 Trabajos del estudiante  
The Essington School Darwin on 2026-03-12 <1%

---

62 Publicación  
Ticona Ticona, Samuel. "Participación y control social de agentes participantes en... <1%

---

63 Trabajos del estudiante  
Universidad Nacional del Centro del Peru on 2025-08-18 <1%

---

64 Trabajos del estudiante  
University of Puerto Rico-Mayaguez on 2025-02-17 <1%

---

65 Internet  
repositorio.uancv.edu.pe <1%

---

66 Trabajos del estudiante  
PREGRADO on 2025-10-30 <1%

---

67 Trabajos del estudiante  
RMIT University on 2024-03-24 <1%

---

68	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-11-24	<1%
69	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-18	<1%
70	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE o...	<1%
71	Internet	repositorio.uprit.edu.pe	<1%
72	Publicación	Rudy Aquisé Ramos, Javier Reynoso Oscanoa. "Incorporación de ceniza de cáscar...	<1%
73	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica de Trujillo on 2024-09-23	<1%
74	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo on 2025-11-24	<1%
75	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-11-03	<1%
76	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-10	<1%
77	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-11-24	<1%
78	Trabajos del estudiante	University of North Carolina, Greensboro on 2024-06-04	<1%
79	Internet	hablemosclaro.org	<1%
80	Internet	revistas.uclave.org	<1%
81	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-01-29	<1%

82	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-08-15	<1%
83	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-10-28	<1%
84	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-18	<1%
85	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2020-09-23	<1%
86	Trabajos del estudiante	Universidad Pontificia Bolivariana on 2018-04-18	<1%
87	Trabajos del estudiante	Universidad Pontificia Bolivariana on 2019-11-14	<1%
88	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
89	Internet	revistasacademicas.ucol.mx	<1%
90	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2026-01-21	<1%
91	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2026-03-02	<1%
92	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-02-11	<1%
93	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-09-21	<1%
94	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-12-27	<1%
95	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-02-10	<1%

96	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo on 2021-11-18	<1%
97	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo on 2026-02-06	<1%
98	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo on 2026-02-09	<1%
99	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-13	<1%
100	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-03-26	<1%
101	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-07-11	<1%
102	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-21	<1%
103	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-06-30	<1%
104	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-04	<1%
105	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-16	<1%
106	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador on 2026-02-02	<1%
107	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú on 2026-01-24	<1%
108	Trabajos del estudiante	Universidad Pontificia Bolivariana on 2018-09-26	<1%
109	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-11-15	<1%

110	Trabajos del estudiante	consultoriadeserviciosformativos on 2025-05-12	<1%
111	Internet	es.scribd.com	<1%
112	Internet	repositorio.unbosque.edu.co	<1%
113	Publicación	Junior Jeampier Guevara Camus, Jaime Villalobos Banda, Leopoldo Choque Flores....	<1%
114	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2026-01-13	<1%
115	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2024-10-03	<1%
116	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-02-26	<1%
117	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo on 2026-02-25	<1%
118	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-11-26	<1%
119	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-03	<1%
120	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-08	<1%
121	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-18	<1%
122	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca on 2026-03-05	<1%
123	Internet	geox.udistrital.edu.co	<1%

124	Internet	repositorio.monterrico.edu.pe	<1%
125	Internet	repositorio.unae.edu.ec	<1%
126	Trabajos del estudiante uncedu on 2024-03-20		<1%
127	Internet	www.grafiati.com	<1%

# Facultad De INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## 6 Informe Final - Duran Rivera Orlando 1

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:568847729

Fecha de entrega

18 mar 2026, 17:17 GMT

Fecha de descarga

18 mar 2026, 19:19 GMT

Nombre del archivo

6 Informe Final - Duran Rivera Orlando 1.docx

Tamaño del archivo

60.7 MB

179 páginas

18.783 palabras

106.017 caracteres

## \*% 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.

