

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE
CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL ADOBE**

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

Autores: Bach. Calle Alejandría Danner

Bach. Sánchez Fernández Julio César

Asesora: Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña.

Línea de investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

2026

Calle Alejandría Danner Y Sánchez Fernández Julio ...

USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL AD...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3601533201

Fecha de entrega

25 jun 2026, 12:44 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

25 jun 2026, 12:49 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

a_y_Julio_Ce_sar_Sanchez_Fernandez_-_Danner_Calle_Alejandr_a.pdf

Tamaño del archivo

12.3 MB

141 páginas

18.049 palabras

101.130 caracteres

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marten Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

5% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marteni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 11 de junio del año 2026, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto

Secretario : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Vocal : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea, para evaluar la Sustentación del **Informe**

Final:

() Trabajo de Investigación

(**X**) **Tesis**

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"**, presentado por los Bachilleres **Danner Calle Alejandría y Julio César Sánchez Fernández** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

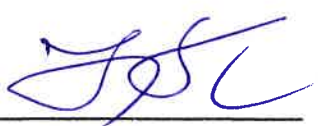
(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	()
b) Muy bueno	16, 17	()
c) Bueno	14, 15	(14)
d) Regular	13	()
e) Desaprobado	12 o menos	()

Siendo las 12:00 pm horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Presidente


M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Secretario


Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea
Vocal

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Danner Calle Alejandría, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 74867052

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE”.

Asesorado por Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña.

El mismo que presento bajo la modalidad de tesis optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 30 de agosto de 2026.



Nombre Firma y huella del autor.

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Julio César Sánchez Fernández, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 75417813

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE”.

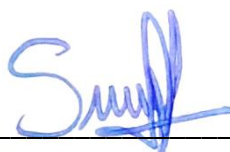
Asesorado por Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña.

El mismo que presento bajo la modalidad de tesis optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 30 de agosto de 2026.



Nombre Firma y huella del autor.



ÍNDICE

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Descripción de la realidad Problemática	7
1.2. Pregunta de investigación.....	10
1.3. Justificación.....	10
1.4. Hipótesis	12
1.5. Objetivos.....	12
1.6. Antecedentes de la investigación.....	13
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.2. Lugar de ejecución.....	20
2.3. Material.....	20
2.4. Población, muestra y muestreo	20
2.5. Métodos	22
III. RESULTADOS	38
3.2. Pruebas de aptitud de las canteras	38
3.3. Caracterización de las propiedades físicas y geotécnicas de las canteras	39
3.4. Determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.....	42
3.5. Análisis estadístico	44
3.6. Determinación de la proporción óptima de ambos aditivos	51
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
AGRADECIMIENTO	67
DEDICATORIA	68
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos evaluados y proporciones de aditivos empleadas	21
Tabla 2. Canteras disponibles	25
Tabla 3. Diseño de mezcla de las unidades de adobe	34
Tabla 4. Prueba de cinta de barro	38
Tabla 5. Prueba de resistencia seca.....	38
Tabla 6. Propiedades físicas de las canteras	40
Tabla 7. Propiedades geotécnicas de las canteras.....	41
Tabla 8. Resistencia a la compresión de los tratamientos.....	43
Tabla 9. Variaciones de la resistencia a la compresión.....	44
Tabla 10. Pruebas de normalidad.....	45
Tabla 11. Análisis de la varianza – ANOVA.....	46
Tabla 12. Prueba Tukey HSD – Comparaciones múltiples	47
Tabla 13. Agrupación estadística de los tratamientos.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general del procedimiento metodológico de la investigación	23
Figura 2. Flujograma de la selección de la cantera idónea.....	24
Figura 3. Flujograma de la obtención del PET reciclado	29
Figura 4. Flujograma de la obtención de ceniza de cascarilla de café.....	31
Figura 5. Flujograma de la fabricación de las unidades de adobe.....	33
Figura 6. Promedio de la resistencia a la compresión (kg/cm^2)	43
Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes – Boxplot.....	46
Figura 8. Resumen gráfico del análisis estadístico de la resistencia a la compresión de los tratamientos	50
Figura 9. Comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con el valor normativo de la NTE E.080.....	51

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la incorporación de diferentes proporciones de polietileno tereftalato (PET) reciclado y ceniza de cascarilla de café (CCC) sobre la resistencia a la compresión del adobe. Se fabricaron unidades cúbicas de 0.10 m de arista bajo un diseño experimental de siete tratamientos, las cuales fueron sometidas a ensayos de compresión a los 28 días de curado. La cantera Balsahuayco fue seleccionada como fuente idónea de suelo, clasificándose como SC (arena arcillosa) y presentando un índice de plasticidad de 13%. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($F = 23.354$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.80$). La resistencia a la compresión varió entre 9.36 y 15.34 kg/cm², registrándose el mayor valor con 1% de PET reciclado y 2.5% de CCC, lo que representó un incremento de 38.57% respecto al adobe patrón. En contraste, la combinación de 5% de PET y 2.5% de CCC presentó una resistencia inferior al mínimo exigido por la NTE E.080 (10.20 kg/cm²). Se concluye que la incorporación moderada de PET reciclado y CCC mejora significativamente las propiedades mecánicas del adobe.

Palabras clave: resistencia a la compresión, adobe, ceniza de cascarilla de café, PET reciclado.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of incorporating different proportions of recycled polyethylene terephthalate (PET) and coffee husk ash (CHA) on the compressive strength of mud brick. Cubic units of 0.10 m per side were manufactured under an experimental design of seven treatments, which were subjected to compression tests at 28 days of curing. The Balsahuayco quarry was selected as the ideal soil source, classified as SC (clayey sand) and presenting a plasticity index of 13%. The results of the analysis of variance (ANOVA) showed statistically significant differences between treatments ($F = 23.354$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.80$). Compressive strength ranged between 9.36 and 15.34 kg/cm², with the highest value recorded at 1% recycled PET and 2.5% CHA, representing a 38.57% increase compared to the standard mud brick. In contrast, the combination of 5% PET and 2.5% CHA presented a strength below the minimum required by NTE E.080 (10.20 kg/cm²). It is concluded that the moderate incorporation of recycled PET and CHA significantly improves the mechanical properties of mud brick.

Keywords: compressive strength, mud brick, coffee husk ash, recycled PET.

I. INTRODUCCIÓN

1.1.Descripción de la realidad Problemática

A nivel mundial, el adobe ha sido utilizado desde la antigüedad como material de construcción debido a la fácil disponibilidad de sus componentes y a la simplicidad de su proceso de fabricación, el cual puede ser aprendido sin requerir de mano de obra especializada. Actualmente, alrededor del 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo gran parte de las zonas rurales y al menos el 20% de la población urbana, habita viviendas construidas con adobe o con tierra como componente principal. Sin embargo, este material presenta desventajas asociadas a la contracción durante el secado, lo que favorece la aparición de fisuras y grietas, reduce la resistencia a la compresión y genera la necesidad de mantenimiento constante para garantizar su funcionalidad, salvo que se incorporen técnicas de estabilización o mejoramiento (Ukwizagira, 2023). En este contexto, se prevé que las construcciones de tierra continúen utilizándose en las regiones en desarrollo no solo por sus beneficios económicos, sino también por el valor cultural y la identidad tradicional que representan. Por ello, resulta indispensable implementar estrategias contemporáneas orientadas al mejoramiento de sus propiedades físicas y mecánicas mediante el uso de aditivos o estabilizantes que optimicen su comportamiento estructural (García-Mina y Álvarez, 2024).

Por otro lado, la gestión de residuos sólidos enfrenta una creciente presión debido al incremento en la generación de desechos, principalmente aquellos derivados del consumo masivo de plásticos en distintas industrias y en productos de un solo uso. Entre estos materiales, el tereftalato de polietileno (PET) representa un importante desafío ambiental debido a las dificultades asociadas a su reciclaje y disposición final. Esto se debe, en gran medida, al amplio uso de envases de PET por parte de la industria alimentaria y a la diversidad de sus presentaciones comerciales, factores que incrementan su presencia en el mercado y dificultan su adecuada gestión como residuo.

En otros sectores, la industria cafetalera genera una considerable cantidad de residuos a lo largo de su cadena de transformación. Actualmente, parte de estos residuos son utilizados como subproductos o insumos secundarios, lo que aporta

dinamismo y cierto grado de sostenibilidad a esta actividad económica. Sin embargo, no todos presentan el mismo potencial de valorización. En este contexto, la cascarilla del café pergamino (cubierta fibrosa que envuelve el grano y que debe retirarse durante el procesamiento para obtener el denominado café verde u oro) ha sido destinada principalmente a usos limitados, como forraje o suplemento en la industria ganadera. Esta situación restringe el desarrollo de aplicaciones alternativas con mayor valor agregado. Por ello, resulta necesario promover enfoques innovadores orientados al aprovechamiento de este residuo, considerando estrategias tecnológicas que permitan ampliar sus posibilidades de reutilización y valorización.

En el Perú, el uso del adobe continúa siendo significativo, especialmente en las zonas altoandinas y rurales. Según el censo nacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en 2017 existían 2 148 494 viviendas construidas principalmente con adobe. Esta situación responde a que, en las áreas rurales, la construcción habitacional se encuentra condicionada por factores como la tradición, las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos locales. En ese contexto, las viviendas cuyas paredes estaban constituidas principalmente por adobe o tapia representaron el 69.5% del total en dichas zonas (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017). No obstante, el adobe tradicional presenta alta susceptibilidad a la humedad debido a su composición a base de tierra y fibras vegetales, materiales con capacidad de absorber agua del ambiente. Esta absorción cíclica desencadena una pérdida de cohesión interna, reduce drásticamente su resistencia a la compresión y acelera la degradación física del material, lo que exige la investigación de nuevos estabilizantes y refuerzos que contrarresten estas patologías estructurales (Morales y Delgado, 2024). Paralelamente, la gestión de residuos sólidos en el país enfrenta importantes limitaciones. Entre los residuos de mayor presencia en botaderos informales, quebradas, ríos y zonas periféricas destaca el tereftalato de polietileno (PET), debido al elevado consumo de bebidas envasadas y a las bajas tasas de reciclaje y disposición final adecuada. En el Perú se generan miles de toneladas de residuos plásticos cada año; sin embargo, menos del 20% es reaprovechado, lo que evidencia una brecha significativa en la valorización de este material (Ministerio del Ambiente, 2025).

En la región Cajamarca, el adobe continúa siendo uno de los principales materiales de construcción, situación que responde al mismo contexto identificado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y que forma parte de la idiosincrasia de su población. Su elaboración se basa en conocimientos tradicionales transmitidos de generación en generación, generalmente sin procedimientos técnicos estandarizados que garanticen la calidad del material. A pesar de ello, Cajamarca ocupa el tercer lugar a nivel nacional en el uso de adobe como material predominante en las edificaciones, registrándose un total de 264 310 viviendas construidas con este material (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017). Sin embargo, una parte considerable de estas viviendas presenta distintos niveles de deterioro, evidenciando la susceptibilidad del adobe frente a las condiciones meteorológicas adversas. Esta situación puede generar deficiencias relacionadas con el desempeño estructural, la resistencia a la intemperie y la capacidad de soportar eventos sísmicos, factores que comprometen directamente la seguridad de las familias que las habitan (Ocas y Huaman, 2024). En este contexto, resulta necesario investigar alternativas sostenibles orientadas al mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, promoviendo además la valorización de residuos.

Jaén, como parte de la región Cajamarca, también mantiene al adobe tradicional como una alternativa ampliamente utilizada en la construcción de viviendas rurales. En este contexto, se presentan las mismas problemáticas asociadas a este material, especialmente aquellas relacionadas con las condiciones climáticas. La presencia de diversos pisos altitudinales genera una marcada variabilidad climática que incrementa el riesgo de deterioro prematuro de las edificaciones de adobe (Díaz y Horna, 2024). En consecuencia, el uso recurrente del adobe y la elevada vulnerabilidad de estas estructuras frente al deterioro, derivada de la naturaleza higroscópica del material y de los efectos de la meteorización, evidencian la necesidad de incorporar materiales o tecnologías que contribuyan a optimizar sus propiedades mecánicas, particularmente la resistencia a la compresión. Ello permitiría mejorar el desempeño estructural y prolongar la vida útil de las edificaciones, reduciendo así los riesgos que comprometen la seguridad y el bienestar de los habitantes (Díaz y Agreda, 2024). En ese sentido, la presente investigación propone mejorar la resistencia a la compresión del adobe mediante la

adición de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café (CCC) en diferentes proporciones.

1.2. Pregunta de investigación

En consecuencia, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la adición de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café, en diferentes proporciones, sobre la resistencia a la compresión del adobe?

1.3. Justificación

El presente estudio se justifica científicamente debido a que el adobe continúa siendo uno de los materiales de construcción más utilizados en las zonas rurales del Perú; especialmente en la región Cajamarca y en Jaén como una de sus principales provincias, sin embargo, su resistencia a la compresión frecuentemente resulta inferior a los valores establecidos en la Norma Técnica de Edificación (NTE) E.080 “Adobe” del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), lo que compromete la seguridad estructural de las viviendas.

Aunque en el contexto peruano existen investigaciones orientadas a la estabilización del adobe mediante cemento, cal, fibras vegetales y fibras sintéticas como el polipropileno, aún persiste un vacío científico respecto al uso combinado de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café (CCC) como aditivos para mejorar sus propiedades mecánicas. Asimismo, no se han identificado estudios que evalúen el comportamiento conjunto de ambos materiales bajo las condiciones geotécnicas características de la ciudad de Jaén, donde predominan suelos arcillosos con alta variabilidad de humedad. En este sentido, la investigación aporta nuevo conocimiento al analizar la influencia del PET reciclado como material de refuerzo y de la CCC como adición de comportamiento puzolánico sobre la resistencia a la compresión del adobe y su estructura interna.

Desde el punto de vista técnico, esta investigación responde a la necesidad de proponer alternativas viables, económicas y replicables que permitan mejorar la calidad del adobe elaborado artesanalmente, cuya producción generalmente carece de procesos estandarizados. Actualmente, en las zonas rurales, la fabricación de este

material se realiza sin un adecuado control de humedad, granulometría y proporciones de mezcla, lo que genera unidades que frecuentemente no alcanzan los valores mínimos de resistencia establecidos por la normativa. No obstante, la NTE E.080 no contempla el uso de aditivos de origen reciclado o agroindustrial como métodos de estabilización, evidenciando un vacío técnico-normativo respecto a alternativas sostenibles de refuerzo. En este contexto, la incorporación de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café (CCC) busca contribuir al mejoramiento del comportamiento mecánico del adobe mediante una metodología técnicamente accesible. Se espera que la combinación de ambos materiales incremente la cohesión interna, reduzca la formación de fisuras por retracción y mejore la capacidad resistente del material, particularmente frente a esfuerzos de compresión. Asimismo, el estudio pretende identificar una dosificación óptima que permita mejorar las propiedades mecánicas del adobe sin modificar significativamente las prácticas constructivas rurales.

La justificación social del presente estudio se sustenta en que una parte importante de la población rural de Jaén continúa habitando viviendas construidas con adobe artesanal de baja resistencia, condición que incrementa la vulnerabilidad de las edificaciones frente a cargas estructurales y eventos sísmicos moderados. Esta precariedad constructiva representa un riesgo para las familias, especialmente en sectores donde predominan edificaciones autoconstruidas y existe limitada o nula asistencia técnica en materia de construcción. Paralelamente, la región enfrenta problemas asociados a la acumulación de residuos plásticos y agroindustriales, particularmente botellas de PET y cascarilla generada durante la trilla del café pergamino, como consecuencia del elevado consumo de productos de un solo uso y de la intensa actividad cafetalera local. En este contexto, el aprovechamiento de dichos residuos como insumos para la elaboración de adobe permitiría no solo disminuir la carga sobre los sistemas de disposición final, sino también promover una alternativa constructiva de bajo costo que contribuya al desarrollo de viviendas más seguras y duraderas para las comunidades rurales.

Desde la perspectiva ambiental, el estudio se justifica debido a que los residuos de PET y la cascarilla de café constituyen dos de los desechos de mayor generación en la zona y, con frecuencia, son eliminados de manera inadecuada mediante prácticas

como la quema o su disposición en espacios abiertos. Estas acciones generan efectos negativos sobre la calidad del aire, el suelo, los cuerpos de agua y el entorno en general. En este contexto, la incorporación de dichos materiales en la fabricación de adobe se alinea con los principios de la economía circular, al transformar residuos con potencial contaminante en insumos útiles para el sector construcción. De este modo, la investigación contribuye a reducir la presión ambiental asociada a la disposición de residuos sólidos, promover su valorización y fomentar prácticas constructivas más sostenibles.

De acuerdo con lo expuesto, este estudio presenta potencial para contribuir al fortalecimiento y futura actualización de la Norma Técnica de Edificación E.080, debido a que los resultados experimentales podrían aportar evidencia relevante sobre la incorporación de aditivos reciclados como métodos de estabilización del adobe. Asimismo, la información generada podría servir como base para el desarrollo de fichas técnicas, guías constructivas y proyectos de vivienda rural orientados a mejorar la calidad estructural de las edificaciones sin incrementar significativamente los costos de construcción. De esta manera, la investigación propone una alternativa de innovación sostenible que integra residuos de disponibilidad local con técnicas constructivas tradicionales, contribuyendo al desarrollo de soluciones más adecuadas para el contexto rural.

1.4.Hipótesis

La adición de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café en diferentes proporciones tendría un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión del adobe.

1.5.Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de diferentes proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café sobre la resistencia a la compresión del adobe.

Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades físicas y geotécnicas del suelo utilizado para la elaboración del adobe.
- Describir el tratamiento del PET reciclado y de la cascarilla de café para su incorporación como aditivos en la fabricación de unidades de adobe.
- Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de adobe elaboradas con diferentes proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café, a los 28 días de curado.
- Comparar la resistencia a la compresión de las unidades de adobe elaboradas con diferentes proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café frente a los requisitos mínimos de la NTE E.080, para determinar la proporción óptima de ambos aditivos.

1.6. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Por otro lado, Khunaprapakorn et al. (2025) en su estudio titulado “Performance Optimization of Flood Sediment Adobe Bricks Through Natural Additive Integration”. Su objetivo fue investigar como la mineralogía del suelo, la adición de cascara de arroz y bentonita influye en a la resistencia mecánica del adobe. La metodología incluyó la caracterización mineralógica de los suelos y la elaboración de doce formulaciones de adobe con 3.45% de cascarilla de arroz y 5–15% de bentonita, sometidas posteriormente a ensayos de laboratorio. De los resultados se tuvo que la adición de cascarilla de arroz y bentonita incrementó sistemáticamente

la resistencia a la compresión en todas las matrices de suelo (mejora del 13,6 % al 82,5 %). Concluyó la cascara de arroz y bentonita mejora la resistencia a la compresión del adobe teniendo como porcentaje óptimo de adición de cascara de arroz en un 3.45% y de bentonita 10%.

Aziz et al. (2024) en su estudio “Optimization of kenaf fiber content for the improvement of the thermophysical and mechanical properties of adobes”. Tuvo como objetivo desarrollar evaluar cómo influye las fibras de kenaf en las cualidades terminas y mecánicas de los ladrillos de tierra (adobe). La metodología consistió en incorporar fibras de kenaf en contenidos de hasta 0.8% en peso y longitudes de 2 y 3 cm en adobes, los cuales fueron caracterizados física, térmica y mecánicamente. Los resultados indican que la incorporación de fibras reduce la contracción volumétrica en el proceso de secado, al mismo tiempo reduce la densidad del material y mejora la resistencia a la compresión y a la flexión. Concluyó que estas fibras influyen positivamente en las propiedades mecánicas del adobe, y se determinó que la concentración óptima para obtener el mejor desempeño corresponde al 0.4% en peso de fibras.

Robles (2022) en su tesis titulada “Elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y agregado de nopal para mejorar la resistencia a compresión y durabilidad”. Tiene como objetivo determinar si la adición de fibras de bagazo de caña mejora sus propiedades mecánicas del adobe. En su metodología elaboraron adobes con fibras naturales de caña, para posteriormente realizar ensayos experimentales, analizando sus esfuerzos normales necesario para causar la ruptura en los adobes y deformación, además analizaron la iteración con el agua y sus propiedades termo físicas. Entre los resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 1%, 5% y 10% la resistencia a compresión simples fue de 16.19, 18.23, 13.13 y 8.77 kg/cm². Concluyó que la resistencia a compresión del adobe se maximiza con el 1% de fibras de bagazo.

Forero (2022) en su investigación titulada “Caracterización mecánica de muretes de adobe reforzados con esterilla de guadua” Tiene como objetivo determinar la viabilidad de utilizar las esteras de guadua en los muros de adobe con la finalidad de mejorar su capacidad estructural. Su metodología consistió en elaborar muretes de adobe reforzado con esteras de guadua y realizar ensayos para medir la tensión

diagonal, compresión, corte directo y flexión. Entre los resultados tuvo que la esterilla de guadua logra mejorar en cierta manera las cualidades mecánicas del adobe. Se Concluyó que el uso de esterilla de guadua es viable en la elaboración de adobes, además en los ensayos a flexión la carga que se aplicó aumentó hasta un 11714.6%.

Conde Ovalle (2022) en su investigación titulada “Mejoramiento de refuerzo para viviendas construidas en adobe incorporando fibras de plátano, Universidad La Gran Colombia – Bogotá D.C.”. El objetivo de esta investigación buscaba comprobar que al agregar fibras de plátano al adobe se logra aumentar su resistencia a las fuerzas cortantes. La metodología utilizada implicó llevar a cabo ensayos de unidades de cubicas de tierra con adiciones de fibras de plátano, para luego evaluar sus propiedades. Entre los resultados se tuvo que la resistencia al corte de muretes con fibras de fique fue de 7.95 kN y con fibras de plátano fue de 8.69 kN. Concluyó que la fibra de plátano empleada como refuerzo en muros de adobe contribuye a incrementar su capacidad frente a esfuerzos cortantes, manteniéndose además dentro de los parámetros establecidos por la NTE E.080 – Adobe del Perú.

Nacionales

Por otro lado, Morocho (2025) en su trabajo “Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de cascara de arroz”. El estudio tuvo como propósito evaluar cómo la incorporación de ceniza de cáscara de arroz modifica la resistencia a la compresión del adobe tradicional. La metodología consistió en la fabricación de unidades de adobes incorporando cenizas de cascara de arroz, cumpliendo los requisitos mínimos de muestreo establecidos por la Norma E.080. De los resultados se tuvo que para las inclusiones de 0%, 4%, 8% y 11, las resistencias a la compresión obtenidas fueron de 12.15 kg/cm², 22.67 kg/cm², 23.18 kg/cm² y 22.45 kg/cm² respectivamente, evidenciando un incremento significativo frente al adobe tradicional. Concluyó que el uso de ceniza de cáscara de arroz incrementa la resistencia del adobe, posicionándola como un aditivo viable para la construcción sostenible.

De acuerdo con Mamani y Escalante (2024) en su investigación titulada “Comportamiento físico y mecánico del adobe con adición de fibras PET y PEBD reciclados, comunidad de Pampachulla – Urcos, 2024”. Su objetivo fue analizar como las fibras recicladas Tereftalato de Polietileno (PET) y Tereftalato de Polietileno de baja densidad (PEBD) influyen en el comportamiento físico y mecánico del adobe. La metodología consistió en la fabricación de especímenes con adiciones de 1%, 2.5% y 5% de fibras PET y PEBD correspondientemente, para posteriormente ser sometidos a ensayos físicos y mecánicos. Entre los resultados tuvo que la adición de 1% de fibras PET y PEBD evidencia una mejora significativa en la resistencia a la compresión alcanzando un valor de 15.20 kg/cm^2 , lo cual supera así la resistencia establecida por la NTP E.080 (10.2 kg/cm^2). Concluyó que la adición de dichas fibras contribuye de manera positiva en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Según Ruiz y Vega (2024) en su investigación “Influencia en las Propiedades Mecánicas del Adobe al Adicionar Fibras de Plástico, Huamachuco, La Libertad, 2024”. Tuvo como objetivo determinar como la incorporación de fibras plásticas modifica el comportamiento mecánico del adobe. La metodología consistió en fabricar adobes para cada porcentaje de adición de fibras, posteriormente, parte de estas unidades se evaluó individualmente a compresión, mientras que otras se dispusieron en pilas de cuatro adobes para realizar ensayos de compresión y de corte. Entre sus resultados tuvo que la resistencia a la compresión de las unidades con adiciones de 4%, 8% y 12% de incrementó en 23.9%, 30.13% y 10.65% respectivamente y en el caso de las pilas sometidas a compresión, los incrementos registrados fueron de 0.8%, 3.6% y 4.1% y por su parte, la resistencia al corte presentó variaciones de -1.73%, 3.14% y 2.51%. Concluyó que la adición de fibras PET mejora las propiedades mecánicas del adobe especialmente la resistencia a la compresión.

Chambilla y Limachi (2023) en su investigación titulada “Mejoramiento del adobe para incrementar su resistencia mecánica mediante incorporación de fibra de totorilla en la localidad de Yunguyo – Puno”. El fin fu estudiar los efectos de la inclusión de fibra de totorilla en la resistencia mecánica del adobe. La metodología consistió en la fabricación de unidades de adobe adicionando fibra de totorilla y

posteriormente fueron ensayados compresión, tracción y corte posteriormente. Entre los resultados se tuvo que la adición del 1.50% de fibra registró el mayor valor de resistencia a compresión, alcanzando 27.62 kg/cm^2 , además la resistencia a tracción, el máximo valor se obtuvo con una dosificación del 3.00%, alcanzando 2.04 kg/cm^2 y finalmente, para la resistencia al corte en muros de adobe (compresión diagonal), la dosificación del 1.50% proporcionó el mejor desempeño, con un valor de 0.2967 kg/cm^2 . Concluyó que el contenido de fibra influye directamente en el comportamiento mecánico del material según el tipo de esfuerzo evaluado.

Según Noa y Ordoñez (2022) en su tesis “Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho – Perú”. Tuvo como objetivo encontrar de qué manera las fibras PET refuerzan el adoben en capacidad resistente a la compresión y otras propiedades físicas. La metodología consistió en el uso de fibras de plástico PET, considerando las limitaciones de este material en cuanto a resistencia y aislamiento térmico. Los resultados evidenciaron que el porcentaje óptimo fue el 6% de PET, logrando incrementos en la resistencia a la compresión de 19% en unidades y 62% en muretes. Asimismo, se registró una disminución en la densidad (16.4%), en la absorción (12%) y en la conductividad térmica (35%), lo que indica una mejora en el comportamiento mecánico y térmico del material. En conclusión, la incorporación de fibras PET no solo optimiza las propiedades del adobe, sino que también contribuye al aprovechamiento de residuos plásticos y al mejoramiento del confort térmico en viviendas de zonas frías.

Flores y Santisteban (2022) En su investigación titulada “Mejoramiento de resistencia del adobe incorporando fibras de hoja de palma y musgo español, Caserío Overal, Huarmaca, Piura, 2021”. Tuvo como objetivo determinar la influencia que tiene las fibras de hojas de palma y también el musgo español sobre la resistencia del adobe. La metodología consistió en la elaboración de adobes convencionales incorporando fibras de hoja de palma y musgo español, en porcentajes de 1%, 3%, 5%, 7% y. De los resultados se tuvo que la resistencia a la compresión en una unidad individual de adobe aumenta en un 22% al adicionar 1%

de fibra de hoja de palma y en un 27% al adicionar musgo español en un porcentaje de 1%. Concluyó que las fibras logran mejorar las propiedades de la unidad de adobe.

Regional y/o local

Rodriguez (2024) en su estudio “Influencia de la incorporación del mucílago de café en la resistencia a compresión del adobe, Jaén – 2024”. Cuyo propósito es determinar de qué manera la adición de mucílago de café incide en la resistencia a la compresión en unidades de adobe. De tipo aplicada, experimental y cuantitativa, para ello se fabricaron unidades de adobe incorporando mucílago de café. De los resultados se tuvo que la resistencia a la compresión aumento en un 26.96%, 34.04% y 42% para las adiciones de 24%, 28% y 32% respectivamente, superando los valores mínimos exigidos por la NTP E.080. Concluyó que la incorporación de dicho aditivo natural mejora de manera notable y progresiva la resistencia a la compresión del adobe.

Así mismo Romero (2024) en su estudio “Efecto de la ceniza de bejuco en las propiedades físico-mecánicas de adobes, Cajamarca 2024”. Cuyo objetivo fue determinar el efecto que produce la adición de ceniza de bejuco en el comportamiento físico-mecánico de los adobes fabricados en la región Cajamarca. Metodológicamente se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo experimental elaborando 42 unidades cubicas de adobe con adiciones de cenizas de bejuco. De los resultados a compresión se evidenciaron que la adición en 5% alcanzando 17.76 kg/cm² en unidades, 8.2 kg/cm² en pilas y 0.43 kg/cm² en muretes. Concluyó que la incorporación de ceniza de bejuco incrementa la capacidad resistente del adobe, evidenciando mejoras notables en la compresión de unidades, pilas y muretes respecto al material tradicional.

Por otro lado, Villanueva y Díaz (2024), es su investigación “Efecto de la Incorporación de Vástago de Plátano (Chante) en la resistencia a la Tracción y Compresión del Adobe Artesanal, Jaén, 2024”. El estudio tuvo como objetivo evaluar l comportamiento mecánico del adobe artesanal, tanto en compresión como en tracción, a partir de la fabricación de unidades que incorporaban fibras. Para ello,

se desarrolló una metodología aplicada y de enfoque experimental, en la cual se elaboraron especímenes cúbicos destinados a los ensayos de compresión, así como cilindros para la evaluación de la tracción indirecta. De los resultados obtenidos se tuvo que para las adiciones en un 1.5%, 3% y 4.5% de fibra incorporada, las resistencias a la compresión registradas fueron 18.91 kg/cm^2 , 22.79 kg/cm^2 y 19.68 kg/cm^2 respectivamente, mientras que para la tracción indirecta se registraron valores de 2.19 kg/cm^2 , 2.31 kg/cm^2 y 2.49 kg/cm^2 , respectivamente. Concluyó que la incorporación de fibras de vástago de plátano contribuye a mejorar las propiedades resistentes del adobe.

Flores y Calderón (2021) en su investigación titulada “Influencia de la Incorporación de Caucho Reciclado Sobre la Resistencia a la Compresión del Adobe Artesanal, Jaén – Cajamarca, 2021”. Tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión que tiene el adobe con la adición de caucho reciclado. De los resultados obtenidos se evidenciaron que las resistencias alcanzadas fueron de 12.63 kg/cm^2 , 17.58 kg/cm^2 , 16.73 kg/cm^2 y 13.14 kg/cm^2 para las dosificaciones de 1%, 2.5% y 5%, respectivamente. Concluyo que el caucho al 1% influye en una mayor resistencia del adobe con un 39.19% siendo este un material viable en la elaboración de adobes, por su fácil adquisición y su bajo costo debido a que es un material reciclado.

Flores y Rubio (2021) en su tesis “Influencia de la fibra de tundo para aumentar la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, Huabal – Jaén, 2021”. Tiene como objetivo identificar la resistencia a la compresión del adobe al incorporar fibra tundo. La metodología fue aplicada con diseño experimental para ello se elaboraron unidades de adobe incorporando fibra de tundo en diferentes proporciones. De los resultados se concluyó que las fibras de Tundo al 5% y 10% se obtuvo una resistencia a la compresión de 10.49 kg/cm^2 y 20.91 kg/cm^2 respectivamente y una capacidad de absorción de 2.17% y 5.57%. Se concluyó que la incorporación de fibra de tundo fortalece de forma notable las propiedades del adobe, y que la dosificación del 10% resulta ser la más adecuada.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.2.Lugar de ejecución

La presente investigación fue desarrollada en las instalaciones del Laboratorio de Transportes y Edificaciones (LTE), identificado con RUC N° 20607799068, donde se realizaron las etapas de preparación de materiales, fabricación de especímenes y ensayos experimentales. El laboratorio se encuentra ubicado en la calle Prolongación Pedro Cornejo Neyra N° 420, ciudad de Jaén, región Cajamarca.

2.3.Material

Para la fabricación de las unidades de adobe se emplearon los siguientes materiales: tierra procedente de la cantera Balsahuayco, ubicada en Jaén, Perú, cuyas propiedades físicas y geotécnicas cumplen con los requisitos establecidos en la NTE E.080; agua de red pública suministrada por la empresa EPS Maraón, conforme a los requisitos de la NTP 339.088:2014 (revisada el 2019); PET reciclado obtenido a partir de la trituración de botellas de bebidas, principalmente agua de mesa y bebidas gaseosas, identificadas con el código de resina N° 1 (PET) según el sistema internacional de identificación de resinas plásticas, considerando como fracción de estudio el material pasante por el tamiz 1/2" y retenido en el tamiz 3/8"; y ceniza de cascarilla de café obtenida a partir de residuos agroindustriales generados durante la trilla del café pergamino en Jaén, Perú, de la cual se estandarizó como fracción de estudio el material pasante por el tamiz N° 200 (0.075 mm).

2.4.Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio estuvo conformada por 56 unidades cúbicas de adobe de $0.10\text{ m} \times 0.10\text{ m} \times 0.10\text{ m}$, comprendiendo el adobe patrón y los especímenes elaborados con diferentes proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café.

Muestra

Conforme a la NTE E.080, se seleccionaron seis especímenes por cada tratamiento para la evaluación de la resistencia a la compresión. Los especímenes fueron seleccionados considerando la mayor uniformidad posible, con el propósito de garantizar la confiabilidad de los resultados experimentales. En la Tabla 1 se presentan las proporciones de incorporación de aditivos y las denominaciones correspondientes a cada tratamiento.

Tabla 1

Tratamientos evaluados y proporciones de aditivos empleadas

Tratamientos	Contenido de PET (%)	Contenido de CCC (%)	Cantidad de especímenes
TAP	0	0	6
TA1	1	1	6
TA2	1	2.5	6
TA3	3	1	6
TA4	3	2.5	6
TA5	5	1	6
TA6	5	2.5	6

Nota. TAP: adobe patrón; PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café.

Muestreo

La investigación empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia. De acuerdo con Del Carmen (2019), esta técnica consiste en seleccionar las unidades de estudio según criterios definidos por el investigador y la accesibilidad de las muestras, sin recurrir a procedimientos de selección aleatoria.

2.5.Métodos

La investigación presenta un enfoque deductivo, ya que parte de fundamentos teóricos y antecedentes relacionados con la incorporación de aditivos en materiales de construcción para verificar experimentalmente sus efectos bajo condiciones específicas. Asimismo, es de tipo aplicada, debido a que busca dar solución a un problema concreto asociado a la baja resistencia del adobe empleado en construcciones rurales de Jaén, mediante la incorporación de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café como alternativa sostenible y técnicamente viable.

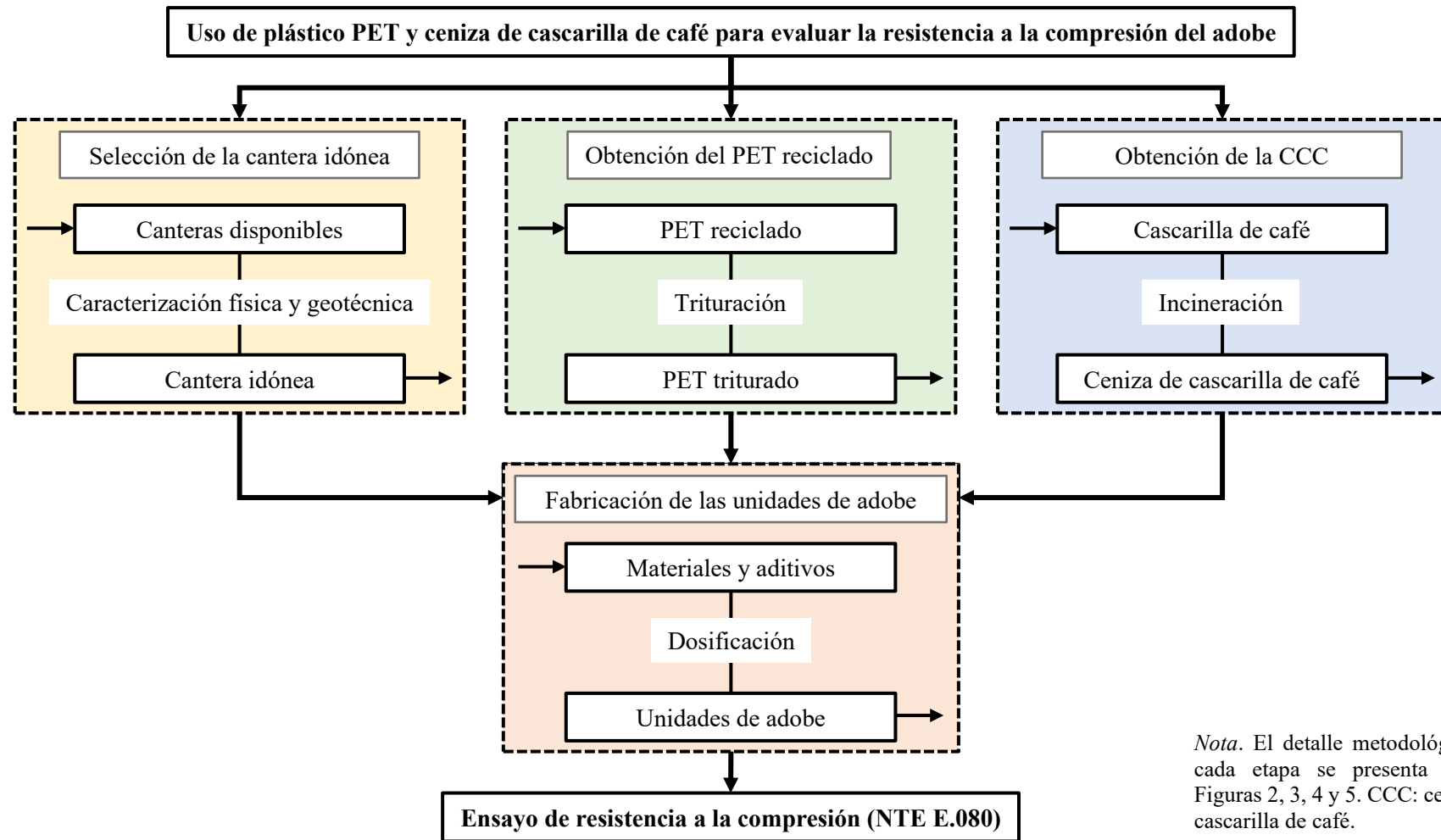
El enfoque metodológico fue cuantitativo, puesto que los datos se obtuvieron mediante mediciones directas y estandarizadas a través de ensayos experimentales de laboratorio, permitiendo analizar y comparar estadísticamente los tratamientos evaluados. La investigación correspondió a un nivel experimental, debido a que se manipularon deliberadamente las proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café incorporadas en las unidades de adobe. El diseño experimental permitió controlar las fuentes de variación externa y atribuir los cambios observados a la incorporación de los aditivos, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados.

La técnica principal empleada fue la observación sistemática, mediante el registro ordenado y controlado de las propiedades físicas y geotécnicas del suelo, así como de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe. Complementariamente, se utilizó la técnica de registro documental para organizar la información obtenida en laboratorio mediante fichas y formatos estructurados, asegurando la trazabilidad y consistencia de los datos durante el análisis estadístico.

Como instrumentos se emplearon fichas de registro de laboratorio, en las cuales se consignaron las mediciones dimensionales, cargas de rotura y observaciones relevantes del proceso experimental. En la Figura 1 se presenta el esquema general de la investigación, donde se resumen los procedimientos desarrollados durante el estudio.

Figura 1

Esquema general del procedimiento metodológico de la investigación

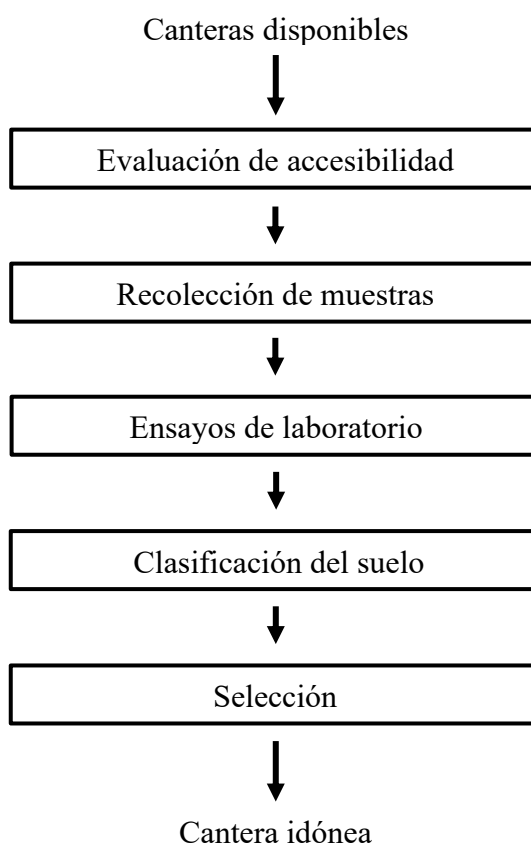


a) Selección de la cantera idónea

La selección de la cantera idónea para la elaboración de las unidades de adobe se realizó mediante una serie de operaciones orientadas al cumplimiento de los criterios establecidos en la NTE E.080, las cuales se resumen en la Figura 2.

Figura 2

Flujograma de la selección de la cantera idónea



Nota. Los ensayos de laboratorio y la clasificación del suelo constituyen las etapas de caracterización física y geotécnica de las canteras evaluadas.

A continuación, se detallan cada una de las etapas:

Evaluación de la accesibilidad: Esta etapa comprendió la identificación de las canteras disponibles y la evaluación de sus condiciones de acceso. En primer lugar, se determinó la disponibilidad de canteras ubicadas en Jaén, identificándose tres alternativas viables (Tabla 2). Posteriormente, se evaluó la factibilidad de extracción del material y las distancias de transporte requeridas para cada cantera.

Tabla 2*Canteras disponibles*

Canteras	Ubicación	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Balsahuayco	Carretera hacia Jaén en el centro poblado de Balsahuayco	9359126.901	745553.80
Mochenta	Carretera hacia Jaén en el centro poblado de Mochenta	9360470.181	745437.095
Huito	Carreta Jaén hacia las Pirias, en el sector el Huito	9371002.45	742318.010

Nota. UTM: *Universal Transverse Mercator* (sistema de coordenadas universal transversal de Mercator).

A partir de la evaluación de la localización y las condiciones de acceso, las tres canteras identificadas fueron consideradas viables para la extracción de muestras.

Recolección de muestras: Se extrajeron aproximadamente 150 kg de tierra de cada cantera evaluada (Figura A1), los cuales fueron transportados y almacenados en sacos de polietileno de alta densidad. Posteriormente, las muestras se conservaron en un ambiente fresco y bajo sombra dentro de las instalaciones del Laboratorio de Transportes y Edificaciones (LTE), a fin de evitar su degradación y posible contaminación cruzada.

Ensayos de laboratorio: Los ensayos de laboratorio se ejecutaron en dos fases: en primer lugar, se realizaron pruebas de aptitud para verificar la idoneidad de las muestras de suelo para la elaboración de adobes; posteriormente, se aplicaron los ensayos de caracterización física y geotécnica. Las pruebas de aptitud están establecidas en los anexos de la NTE E.080.

Prueba 1 (Cinta de barro). Con el propósito de realizar una verificación preliminar del contenido de arcilla y arena, se aplicó el procedimiento descrito en el Anexo 1 de la NTE E.080. Inicialmente, la tierra fue tamizada mediante la malla N° 4 (4.75 mm) para eliminar partículas de mayor tamaño y homogenizar la muestra. Posteriormente, se preparó una muestra de barro con suficiente humedad para moldear un cilindro de aproximadamente 12 mm de diámetro. Luego, el cilindro fue colocado sobre la palma de la mano y sometido a presión mediante los dedos índice y pulgar hasta formar una cinta de aproximadamente 4 mm de espesor. La cinta se dejó descolgar progresivamente mientras se continuaba el proceso de aplanado, hasta que se produjera su ruptura. Según la NTE E.080, la cinta debe alcanzar entre 20 cm y 25 cm de longitud para considerar que el suelo presenta un alto contenido de arcilla; en cambio, si la ruptura ocurre a los 10 cm o menos, se considera indicativo de un bajo contenido de arcilla (Anexo B).

Prueba 2 (Presencia de arcilla o resistencia seca). De acuerdo con el Anexo 2 de la NTE E.080, se formaron manualmente cuatro bolitas de aproximadamente 2 cm de diámetro utilizando la tierra seleccionada y agregando la mínima cantidad de agua necesaria para su moldeado. Posteriormente, las bolitas fueron dejadas en secado durante 48 horas en un ambiente adecuado. Transcurrido este tiempo, se evaluó su resistencia aplicando presión individualmente entre el pulgar y el dorso del dedo índice. Si las bolitas se rompían durante la prueba, la tierra era considerada no apta para la elaboración de adobes; por el contrario, si las cuatro no presentaban roturas ni agrietamientos, el resultado se consideraba favorable y la tierra apta para su empleo (Anexo B).

Para la caracterización física y geotécnica se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio (Anexo H):

Ensayo de humedad. El contenido de humedad de las muestras de suelo se determinó mediante el método gravimétrico establecido en la NTP 339.127:1998 (revisada en 2019). Para ello, se obtuvieron muestras representativas de cada cantera, las cuales fueron pesadas en estado natural para registrar su masa húmeda. Posteriormente, las muestras se introdujeron en horno a una temperatura de 105 ± 5 °C hasta alcanzar masa constante, registrándose finalmente la masa seca. El

contenido de humedad se expresó como la relación porcentual entre la masa de agua evaporada y la masa seca del suelo.

Determinación del peso específico de sólidos. El peso específico de los sólidos se determinó mediante el método del picnómetro, conforme a la NTP 339.131:1999 (revisada el 2019). Se utilizó una muestra de suelo seco introducida en un picnómetro de volumen conocido junto con agua destilada, eliminándose el aire atrapado mediante agitación y vacío. Luego, se registraron las masas del picnómetro con agua, del picnómetro con suelo y agua, y de la muestra seca. Finalmente, el peso específico de los sólidos se obtuvo como la relación entre la masa de los sólidos y la masa de un volumen equivalente de agua a igual temperatura.

Análisis granulométrico. La distribución granulométrica del suelo se determinó mediante el método de tamizado en seco, conforme a la NTP 339.128:1999 (revisada el 2019). La muestra fue secada en horno, disgregada y sometida a un proceso de tamizado a través de una serie de mallas normalizadas ordenadas de mayor a menor abertura. El material retenido en cada tamiz fue pesado y, a partir de estos valores, se calcularon los porcentajes retenidos acumulados y los porcentajes pasantes.

Ensayo de plasticidad. Este ensayo abarcó la determinación del límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP), conforme a la NTP 339.129:1999 (revisada el 2019). Para determinar el LL, se preparó una pasta homogénea de suelo con agua destilada, la cual fue colocada en la copa de Casagrande. Mediante una acanaladura normalizada, la pasta se dividió en dos mitades y se aplicaron golpes a razón constante hasta lograr el cierre de la ranura en 25 golpes. Se realizaron ensayos con diferentes contenidos de humedad y el límite líquido se determinó como el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes, interpolado a partir de la curva de fluidez. El LP se determinó utilizando la misma muestra preparada para el límite líquido. Para ello, se tomaron porciones de suelo que fueron amasadas y rodadas sobre una superficie lisa hasta formar cilindros de aproximadamente 3 mm de diámetro. El límite plástico se definió como el contenido de humedad al cual el cilindro comenzó a agrietarse y desmoronarse al alcanzar dicho diámetro. El IP se obtuvo como la diferencia aritmética entre el

límite líquido y el límite plástico, representando el rango de contenidos de humedad dentro del cual el suelo presenta comportamiento plástico.

Clasificación del suelo: La clasificación de los suelos de las canteras se realizó mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), utilizando los resultados del análisis granulométrico. Complementariamente, se aplicó el sistema de clasificación de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), considerando las características granulométricas y los parámetros de plasticidad del suelo.

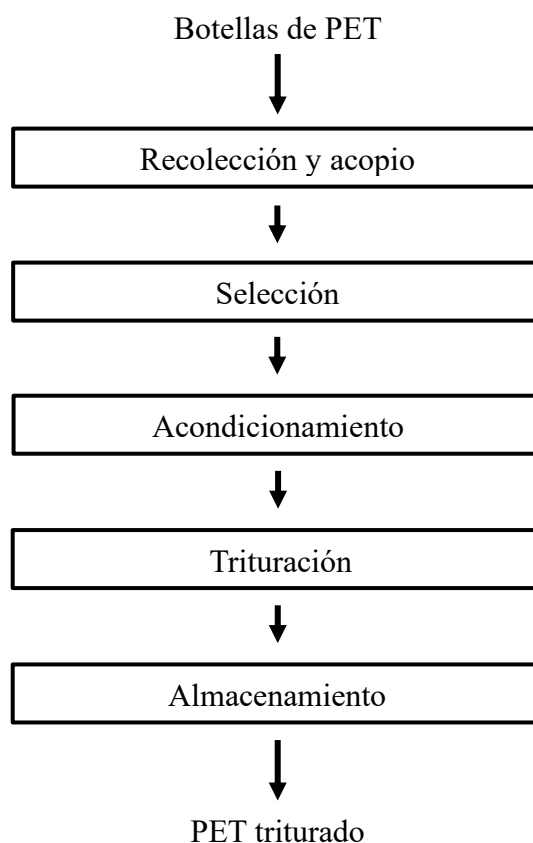
Selección: En esta etapa se analizaron los resultados de la caracterización física, geotécnica y clasificación de los suelos para determinar la cantera que mejor cumplía los requisitos establecidos en la NTE E.080.

b) Obtención del PET reciclado

Las etapas para la obtención del PET reciclado triturado se presentan en el siguiente flujograma:

Figura 3

Flujograma de la obtención del PET reciclado



Nota. PET: polietileno tereftalato reciclado.

A continuación, se detallan cada una de las etapas:

Recolección y acopio: Se recolectaron botellas de agua de mesa y bebidas gaseosas provenientes de puntos de fácil acceso, complementándose con botellas generadas por consumo propio y familiar. El material fue acopiado con el propósito de mantener un mayor control sobre los residuos recolectados y evitar la incorporación de botellas excesivamente deterioradas.

Selección: La selección de las botellas se realizó considerando dos criterios. El primero fue la identificación del código de resina N° 1 (PET), presente en el etiquetado o en relieve sobre la superficie de la botella, conforme al sistema internacional de identificación de resinas plásticas. El segundo criterio correspondió a la verificación de la integridad física del material, descartándose las botellas que presentaban deformaciones, rupturas o deterioro excesivo.

Acondicionamiento: Esta etapa comprendió la limpieza y recuperación de la integridad física del material. Primero, se retiraron las tapas y etiquetas, procurando minimizar la presencia de residuos adhesivos. Posteriormente, las botellas fueron lavadas con agua y detergente para eliminar suciedad y residuos del contenido original; en algunos casos, fue necesario realizar un cepillado manual para completar la limpieza. Luego, las botellas fueron enjuagadas y dejadas en seco. Finalmente, aquellas que presentaban deformaciones leves fueron sumergidas en agua caliente (70 °C) para recuperar su forma original.

Trituración: La trituración del PET reciclado se realizó utilizando una trituradora semiindustrial (TOPSTAR, TGP-800, China). Antes del proceso, se retiró la zona de las botellas correspondiente al sistema de cierre de las tapas. El material triturado fue recolectado en recipientes adecuados y trasladado inmediatamente para su estandarización, considerándose únicamente la fracción pasante por el tamiz 1/2" y retenida en el tamiz 3/8".

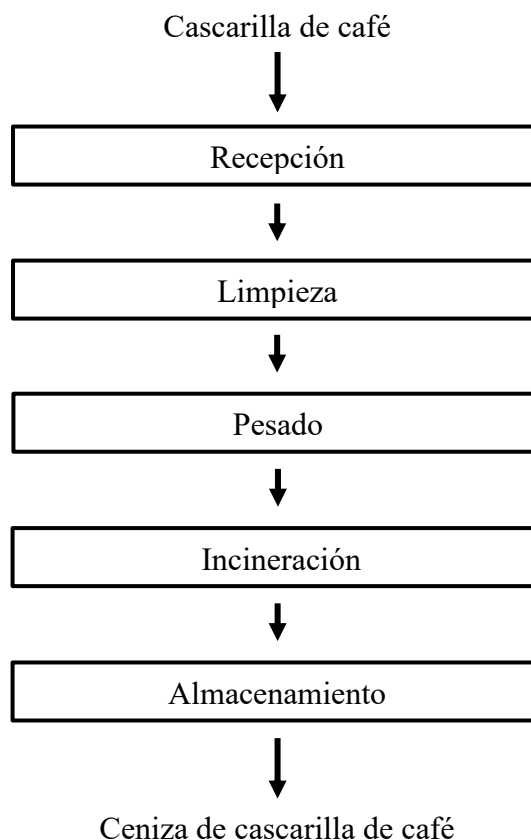
Almacenamiento: El PET triturado y estandarizado se almacenó en contenedores plásticos herméticamente cerrados, en condiciones adecuadas de conservación, hasta su empleo en la fabricación de las unidades de adobe (Anexo D).

c) Obtención de ceniza de cascarilla de café

Las etapas del proceso de transformación de la cascarilla de café se resumen en el siguiente flujograma:

Figura 4

Flujograma de la obtención de ceniza de cascarilla de café



Nota. La cascarilla de café proviene de la trilla del café pergamino.

A continuación, se detallan cada una de las etapas:

Recepción: La cascarilla de café fue recibida e inspeccionada para verificar la ausencia de contaminantes u otros materiales ajenos al residuo esperado.

Limpieza: La cascarilla fue zarandeada con el propósito de eliminar el exceso de polvo generado durante el proceso de trilla del café.

Pesado: La cascarilla limpia fue dividida en porciones debido a las limitaciones operativas de la mufla. Para ello, se empleó una balanza calibrada (OHAUS, NVT6201ZH, EE. UU.), obteniéndose porciones de aproximadamente 1 kg para evitar la sobrecarga del equipo y garantizar una adecuada distribución del calor durante el proceso. En total, el material requerido se dividió en cinco tandas, las cuales fueron dispuestas en bandejas de acero inoxidable.

Incineración: La cascarilla de café fue incinerada en una mufla (HINRA, Horno Mufla Eléctrico para Laboratorio, Perú) a una temperatura de 650 °C durante 90 minutos (Figura C2), contados desde que el equipo alcanzó dicha temperatura. Posteriormente, el material permaneció en enfriamiento dentro de la mufla durante aproximadamente 6 horas y luego fue transferido a otro recipiente para completar su enfriamiento. Las aglomeraciones de ceniza formadas durante el proceso fueron desintegradas manualmente mediante un rodillo liso. Finalmente, las cenizas fueron tamizadas, empleándose únicamente la fracción pasante por el tamiz N° 200 (0.075 mm) como aditivo.

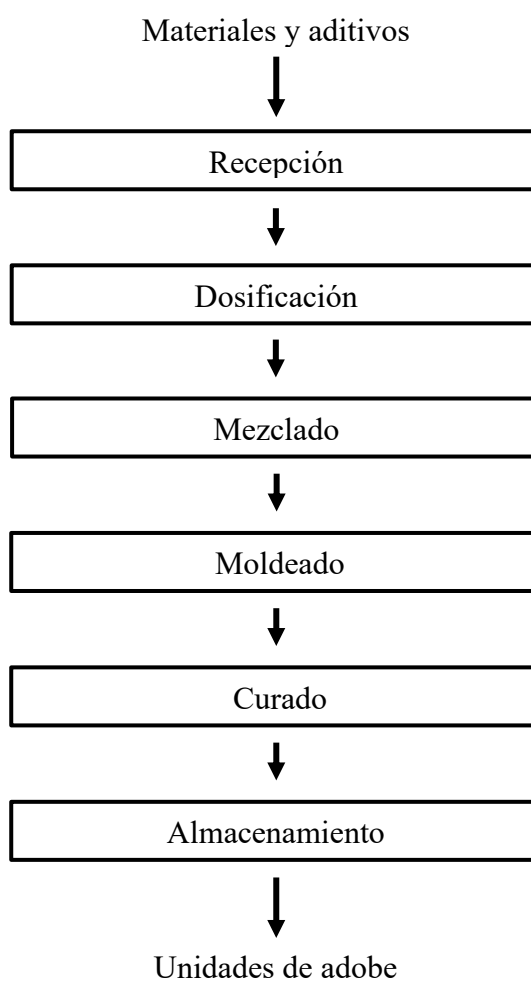
Almacenamiento: Las cenizas estandarizadas se almacenaron en recipientes herméticos, en condiciones adecuadas de conservación, para evitar la absorción de humedad hasta su empleo en la fabricación de las unidades de adobe (Anexo C)

d) Fabricación de las unidades de adobe

El procedimiento de fabricación de las unidades de adobe se resume en el siguiente flujograma:

Figura 5

Flujograma de la fabricación de las unidades de adobe



Nota. Aditivos: Polietileno tereftalato (PET) reciclado y ceniza de cascarilla de café.

A continuación, se detallan cada una de las etapas:

Recepción: Los materiales y aditivos fueron inspeccionados para verificar su idoneidad para la fabricación de las unidades de adobe. Se prestó especial atención

a la ceniza de cascarilla de café debido a su naturaleza higroscópica y posible deterioro por humedad. Asimismo, la tierra empleada fue homogenizada mediante cribado a través del tamiz N° 1/4”, a fin de disminuir la presencia de material grueso.

Dosificación: Las proporciones empleadas para cada tratamiento se presentan en la **Tabla 3**. A fin de garantizar una adecuada trabajabilidad de la mezcla y minimizar la aparición de fisuras durante el curado, se determinó un contenido de humedad óptimo del 20%. El cálculo del agua adicionada se realizó considerando el contenido de humedad natural obtenido para la cantera seleccionada previamente como idónea. Debido a las limitaciones de capacidad de los equipos disponibles, el pesado de los componentes se realizó mediante dos balanzas calibradas. La tierra se pesó utilizando la balanza (OHAUS, R21PE30ZH, China), mientras que el PET reciclado, la ceniza de cascarilla de café y el agua se pesaron en la balanza (OHAUS, NVT6201ZH, EE. UU.), con capacidad máxima de 6.2 kg.

Tabla 3

Diseño de mezcla de las unidades de adobe

Componente (kg)	Tratamientos						
	TAP	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6
Tierra	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Agua	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
PET	0.00	0.23	0.24	0.71	0.72	1.21	1.23
CCC	0.00	0.23	0.59	0.24	0.60	0.24	0.62
Total	22.65	23.12	23.48	23.60	23.98	24.11	24.50

Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café.

Mezclado: La mezcla se preparó en un recipiente de polietileno con capacidad aproximada de 40 L. Primero se incorporó la tierra y posteriormente el agua; luego, conforme a las proporciones establecidas para cada tratamiento (Tabla 3), se añadieron el PET reciclado y la ceniza de cascarilla de café. El mezclado se efectuó manualmente hasta lograr una distribución homogénea de todos los componentes. La mezcla se dejó reposar durante 48 horas bajo sombra.

Moldeado: La mezcla homogénea y reposada fue colocada manualmente en moldes de madera con dimensiones internas de 0.10 m × 0.10 m × 0.10 m, utilizando una pala pequeña. Posteriormente, el material fue compactado mediante presión manual para asegurar el llenado completo del molde y disminuir la presencia de vacíos internos. Al desmoldarse, las unidades fueron colocadas sobre una superficie plana recubierta con polipropileno para evitar adherencias y minimizar daños durante el período de curado. Para cada tratamiento se fabricaron aproximadamente ocho unidades de adobe.

Curado: Las unidades de adobe fueron mantenidas en una zona protegida de la radiación solar directa y de corrientes intensas de aire durante un período de 28 días. Este procedimiento permitió un secado gradual y el adecuado desarrollo de las propiedades mecánicas del material.

Almacenamiento: Finalizado el período de curado, las unidades fueron identificadas mediante un sistema de codificación por colores aplicado en una de sus caras (Figura E4). Posteriormente, se almacenaron en condiciones adecuadas hasta la ejecución del ensayo de resistencia a la compresión (Anexo E).

e) Ensayo de resistencia a la compresión

Para determinar la capacidad de resistencia de las unidades de adobe frente a esfuerzos axiales, se realizaron ensayos de compresión conforme a los lineamientos de la NTE E.080. Las pruebas fueron ejecutadas por el Laboratorio de Transportes y Edificaciones, empleando una máquina de ensayo a compresión (Ruian Dongfang, ES-7.5KN, China). El ensayo se aplicó secuencialmente en seis unidades por tratamiento, evaluándose un total de 42 adobes; el procedimiento inició con el adobe patrón y continuó sucesivamente con los grupos experimentales.

Durante la colocación de cada espécimen en la prensa, se verificó rigurosamente el alineamiento axial, asegurando que el centro de gravedad del apoyo coincidiera con el eje vertical central de la unidad, con el fin de garantizar una distribución uniforme de la carga y evitar excentricidades. La carga axial fue aplicada de manera continua y progresiva hasta producir la rotura de cada espécimen.

Posteriormente, la resistencia a la compresión se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{Pu}{A}$$

Donde:

f = Resistencia a la compresión de la unidad de adobe (kg/cm²).

Pu = Carga máxima aplicada hasta la rotura (kg).

A = Área bruta de la sección transversal de la carga (cm²).

Finalmente, los valores obtenidos fueron consolidados y emitidos formalmente mediante un certificado oficial de ensayo (Anexo F).

f) Análisis de datos

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con el propósito de garantizar la confiabilidad estadística de los resultados experimentales, considerando como variable respuesta la resistencia a la compresión. En ese sentido, el número total de especímenes requeridos se determinó mediante la siguiente relación:

$$N = \text{Tratamientos} \times \text{repeticiones}$$

$$N = 7 \times 6 = 42$$

No obstante, se fabricaron un total de 56 unidades de adobe con la finalidad de seleccionar los especímenes de mejor uniformidad para los ensayos. Todas las unidades fueron elaboradas bajo condiciones controladas de humedad, relación agua-material y curado, asegurando uniformidad durante el proceso experimental.

Como etapa inicial del análisis estadístico, se verificó el supuesto de normalidad mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Al confirmarse la distribución normal de los datos, se procedió a aplicar métodos estadísticos paramétricos mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos evaluados. Esta prueba permitió contrastar la hipótesis nula (H_0 : no existen diferencias significativas entre tratamientos) frente a la hipótesis alternativa (H_1 : al menos un tratamiento difiere significativamente).

Los resultados del ANOVA evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$), justificando la aplicación de pruebas post hoc. En consecuencia, se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*) para identificar específicamente los pares de tratamientos con diferencias significativas. Posteriormente, se aplicó el ajuste de Bonferroni para agrupar los tratamientos mediante letras en superíndice, facilitando la interpretación de las semejanzas y diferencias estadísticas entre grupos. El procesamiento y análisis estadístico de los datos se realizó mediante los softwares IBM SPSS Statistics y R versión 4.3.1, garantizando precisión, confiabilidad y adecuada interpretación de los resultados obtenidos.

III. RESULTADOS

3.2. Pruebas de aptitud de las canteras

Las pruebas de aptitud presentaron resultados favorables para las tres canteras evaluadas, indicando que todas poseían características adecuadas para la fabricación de unidades de adobe. De acuerdo con la Tabla 4, la cantera Balsahuayco obtuvo la mayor longitud en la prueba de cinta de barro (16.50 cm), mientras que Huito registró la menor (13.00 cm), aunque aún dentro de los parámetros aceptables establecidos por la NTE E.080. Asimismo, en la prueba de resistencia seca no se observaron agrietamientos ni ruptura en ninguna de las bolitas elaboradas con las muestras analizadas (Tabla 5).

Tabla 4

Prueba de cinta de barro

Canteras	Longitud de la cinta	Condición
Balsahuayco	16.50 cm	Apta
Mochenta	15.00 cm	Apta
Huito	13.00 cm	Apta

Nota. La longitud de la cinta se define como la distancia máxima alcanzada antes de su ruptura.

Tabla 5

Prueba de resistencia seca

Canteras	Observación	Condición
Balsahuayco		Apta

Mochenta

Apta

Huito

Apta

Nota. Según la NTE E.080, el resultado de la prueba es favorable cuando las cuatro bolitas mantienen su integridad, sin presentar señales de ruptura.

Los resultados favorables obtenidos en las pruebas de aptitud permitieron continuar con la caracterización física y geotécnica de las canteras evaluadas. Si bien estas pruebas evidenciaron cualitativamente el potencial de los suelos para la fabricación de unidades de adobe, los ensayos de laboratorio permitieron establecer cuantitativamente su viabilidad técnica y seleccionar de manera fundamentada la cantera más adecuada.

3.3.Caracterización de las propiedades físicas y geotécnicas de las canteras

Los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados a las canteras evaluadas se organizaron según sus propiedades físicas y geotécnicas, como se muestra en las tablas 6 y 7.

Tabla 6*Propiedades físicas de las canteras*

Propiedad	Canteras		
	Balsahuayco	Mochenta	Huito
Humedad (%)	5.99	10.17	13.90
PES – seco (g/cm³)	1.65	1.72	1.59
PES – húmedo (g/cm³)	1.75	1.82	1.81

Nota. PES: peso específico de sólidos.

El contenido de humedad natural mostró diferencias marcadas entre las canteras evaluadas, registrándose el menor valor en Balsahuayco (5.99%) y el mayor en Huito (13.90%). Respecto al peso específico de sólidos, la cantera Mochenta presentó los valores más altos, con 1.72 g/cm³ en condición seca y 1.82 g/cm³ en condición húmeda.

La caracterización granulométrica de las canteras (Tabla 7) evidenció un alto contenido de grava en la cantera Mochenta (45.92%), mientras que la cantera Balsahuayco presentó los mayores porcentajes de arena y finos, con valores de 47.29% y 43.63%, respectivamente. La plasticidad del suelo fue evaluada mediante los parámetros de límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP). En estos ensayos destacó la cantera Balsahuayco, al registrar los valores más elevados, con 36% para LL, 23% para LP y 13% para IP. En contraste, las demás canteras presentaron valores promedio aproximadamente tres puntos porcentuales inferiores a los obtenidos por la cantera Balsahuayco.

Tabla 7*Propiedades geotécnicas de las canteras*

Propiedad	Canteras		
	Balsahuayco	Mochenta	Huito
Granulometría (%)			
Gravas	9.38	45.92	34.99
Arenas	47.29	28.34	38.78
Finos	43.63	25.73	26.22
Acumulado que pasa la malla (%)			
Tamiz 11/2"	100.00	93.48	100.00
Tamiz 1"	100.00	86.10	83.97
Tamiz 3/4"	100.00	77.10	80.83
Tamiz 1/2"	100.00	70.57	75.17
Tamiz 3/8"	97.83	65.95	72.76
Tamiz 1/4"	94.27	59.39	68.26
Tamiz N° 4	90.92	54.08	65.01
Tamiz N° 10	71.75	46.20	58.20
Tamiz N° 20	67.57	43.24	48.74
Tamiz N° 40	57.78	37.11	40.10
Tamiz N° 60	47.86	29.83	30.26
Tamiz N° 140	45.83	28.53	28.80
Tamiz N° 200	43.63	25.73	26.22
Plasticidad (%)			
Límite líquido (LL)	36	32	31
Límite plástico (LP)	23	23	21
Índice de plasticidad (IP)	13	9	10
Clasificación SUCS	SC	GC	SC
Clasificación AASHTO	A – 6 (2)	A – 2 – 4 (2)	A – 2 – 4 (0)

Nota. SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos; SC: arena arcillosa; GC: grava arcillosa; AASHTO: *American Association of State Highway and Transportation Officials* (Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte).

Según el análisis granulométrico y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), las tres canteras fueron clasificadas como suelos gruesos, debido a que menos del 50% de sus partículas pasó el tamiz N° 200. En ese sentido, la cantera Balsahuayco presentó un 43.63% de material pasante, mientras que las canteras Huito y Mochenta registraron 26.22% y 25.73%, respectivamente. Asimismo, las canteras Balsahuayco y Huito fueron clasificadas como suelos tipo SC (arena arcillosa), debido al predominio de la fracción arenosa y a la presencia de más del 12% de finos. Por otro lado, la cantera Mochenta fue clasificada como GC (grava arcillosa), ya que predominó la fracción grava y el contenido de finos también superó el 12%.

Complementariamente, y de acuerdo con el sistema de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), la cantera Balsahuayco fue identificada como A – 6 (2), categoría correspondiente a un suelo arcilloso con comportamiento moderadamente plástico. Por otro lado, las canteras Mochenta y Huito fueron clasificadas como A – 2 – 4 (2) y A – 2 – 4 (0), respectivamente, grupos asociados a materiales granulares con bajo índice de plasticidad y presencia moderada de finos.

Con base en los resultados de la caracterización física y geotécnica de las canteras evaluadas, la cantera Balsahuayco fue seleccionada como la idónea para el desarrollo de la investigación, debido a su mayor contenido de finos, sus propiedades de plasticidad favorables para la elaboración de adobes y su ubicación de fácil acceso

3.4.Determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe

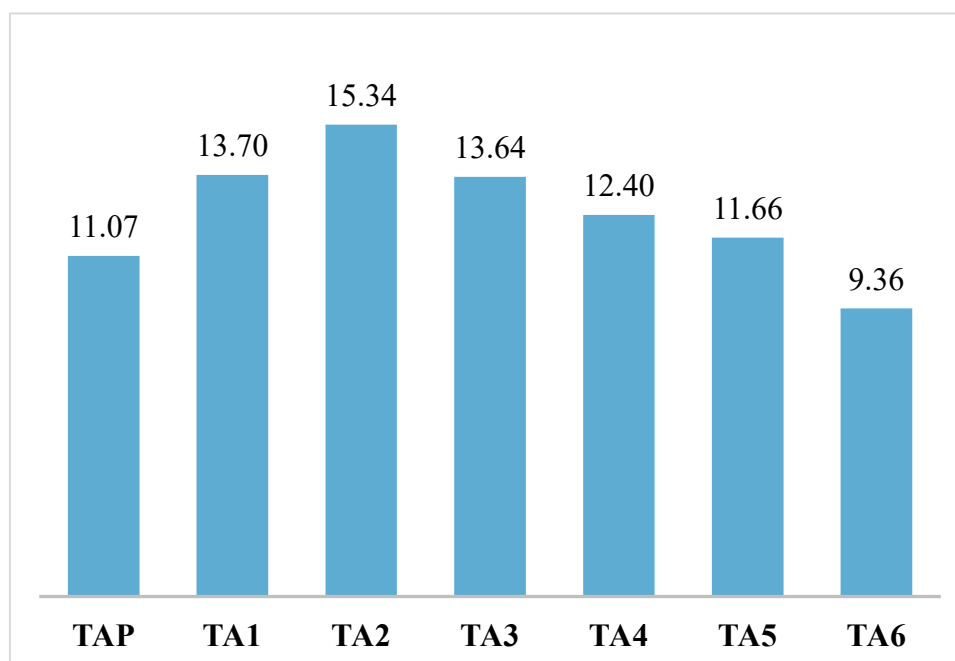
De acuerdo con lo establecido en la NTE E.080, seis unidades de adobe de cada tratamiento fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión, cuyos resultados se presentan en la Tabla 8. El mayor valor de resistencia a la compresión se registró en el espécimen E – 1 del tratamiento TA2, alcanzando 17.00 kg/cm², mientras que la menor resistencia se obtuvo en el espécimen E – 3 del tratamiento TA6, con un valor de 8.49 kg/cm².

Tabla 8*Resistencia a la compresión de los tratamientos*

Especímenes	Tratamientos						
	TAP	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6
E – 1 (kg/cm²)	11.78	13.30	17.00	14.15	12.98	11.44	9.34
E – 2 (kg/cm²)	11.20	15.24	15.41	12.38	11.06	11.25	9.23
E – 3 (kg/cm²)	11.57	12.25	15.23	15.34	13.25	11.08	8.49
E – 4 (kg/cm²)	11.92	15.04	15.93	13.13	12.50	12.68	9.79
E – 5 (kg/cm²)	9.53	12.70	14.71	15.11	11.88	11.33	9.35
E – 6 (kg/cm²)	10.42	13.69	13.73	11.75	12.75	12.15	9.96

Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café.

La Figura 6 muestra los valores promedio de resistencia a la compresión correspondientes a los diferentes tratamientos.

Figura 6*Promedio de la resistencia a la compresión (kg/cm²)*

Para facilitar la comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con adición de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café respecto al adobe patrón, los resultados fueron organizados en la Tabla 9 en función de la diferencia (kg/cm^2) y la variación porcentual.

Tabla 9

Variaciones de la resistencia a la compresión

Descripción	Tratamientos					
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6
Diferencia (kg/cm^2)	2.63	4.27	2.57	1.33	0.59	- 1.71
Variación porcentual (%)	23.76	38.57	23.22	12.01	5.33	15.45

Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café.

En general, la mayor resistencia a la compresión se obtuvo en el tratamiento TA2. Asimismo, todos los tratamientos, con excepción de TA6, superaron la resistencia del adobe patrón, aunque TA5 presentó únicamente un incremento de $0.59 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Por otro lado, TA6 registró la menor resistencia a la compresión, con un valor de $9.36 \text{ kg}/\text{cm}^2$, representando una disminución de 15.45% respecto al adobe patrón.

3.5. Análisis estadístico

Una vez obtenidos los resultados, se procedió al análisis estadístico de los datos. La Tabla 10 presenta las pruebas de normalidad aplicadas a la resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados. Posteriormente, se realizó el ANOVA (Tabla 11) y, al encontrarse diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey HSD (Tabla 12) bajo el mismo nivel de significancia.

Tabla 10*Pruebas de normalidad*

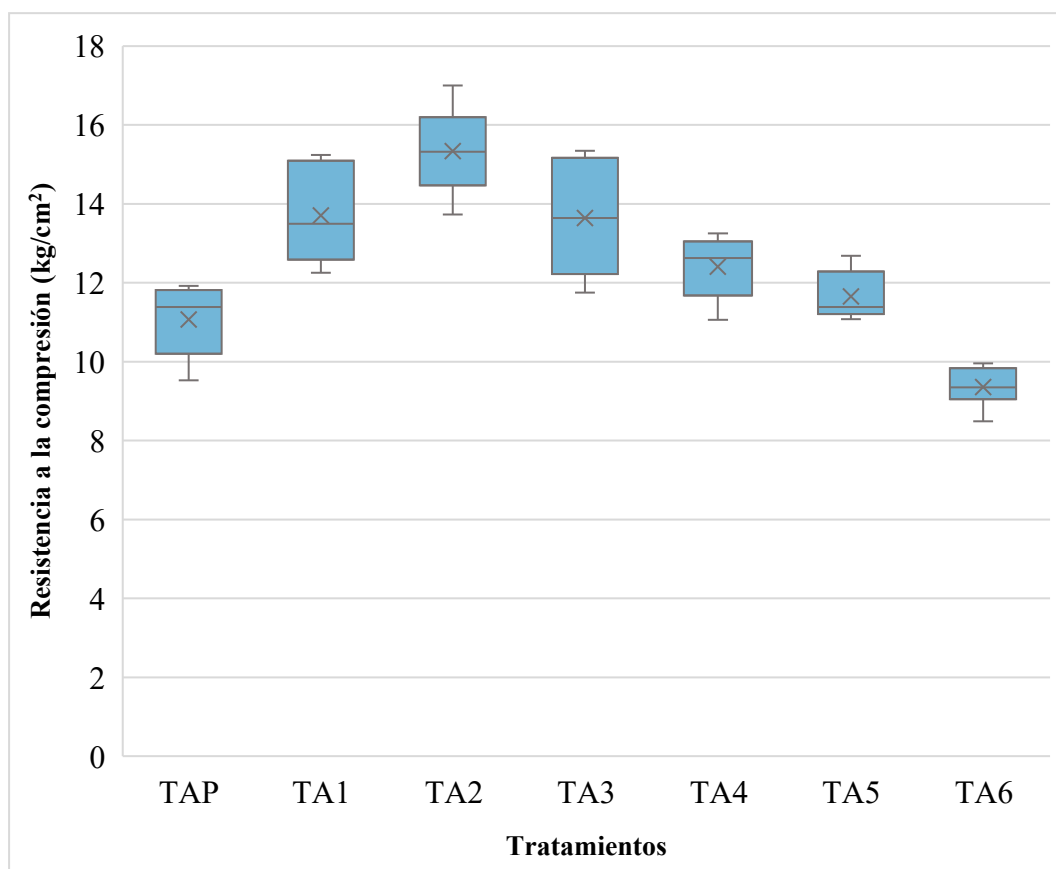
Tratamientos	Prueba		
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
TAP	0.888	6	0.307
TA1	0.920	6	0.502
TA2	0.991	6	0.992
TA3	0.933	6	0.606
TA4	0.928	6	0.567
TA5	0.858	6	0.183
TA6	0.923	6	0.525

Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café.

Los valores de significancia obtenidos fueron superiores a 0.05, evidenciando que los datos correspondientes a los diferentes tratamientos cumplen el supuesto de normalidad. De manera complementaria, el diagrama de cajas y bigotes (Figura 7) permitió visualizar gráficamente la distribución de los datos y la ausencia de valores atípicos relevantes. En ese sentido, no se rechazó la hipótesis nula y se procedió a aplicar la prueba paramétrica ANOVA.

Figura 7

Diagrama de cajas y bigotes – Boxplot



Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café.

Tabla 11

Análisis de la varianza – ANOVA

Resistencia a la compresión					
	SC	gl	MC	F	Sig.
Entre grupos	140.429	6	23.405	23.354	0.000
Dentro de grupos	35.076	35	1.002		
Total	175.505	41			

Nota. SC: Suma de cuadrados y MC: Media cuadrática.

El estadístico $F = 23.354$, asociado a un valor de significancia ($\text{Sig.} = 0.000$) menor que $\alpha = 0.05$, evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Esto indica que los tratamientos influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe, independientemente de la variabilidad experimental atribuida a las repeticiones. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

El tamaño del efecto fue calculado mediante el estadístico eta cuadrado (η^2), el cual representa la proporción de la variabilidad total explicada por los tratamientos. Con base en los valores de la Tabla 8, se obtuvo un $\eta^2 = 0.80$, lo que indica que el 80% de la variabilidad de la resistencia a la compresión puede atribuirse a las diferentes combinaciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café. Según los criterios de interpretación de Cohen (1988), valores superiores a 0.14 corresponden a efectos grandes; en consecuencia, los tratamientos evaluados presentan una influencia altamente significativa sobre la resistencia a la compresión del adobe.

Tabla 12

Prueba Tukey HSD – Comparaciones múltiples

Grupo 1	Grupo 2	p-ajustados	Significativo
TA1	TA2	0.0990	No
TA1	TA3	1.0000	No
TA1	TA4	0.2967	No
TA1	TA5	0.0178	Sí
TA1	TA6	0.0000	Sí
TA1	TAP	0.0011	Sí
TA2	TA3	0.0789	No
TA2	TA4	0.0002	Sí
TA2	TA5	0.0000	Sí
TA2	TA6	0.0000	Sí
TA2	TAP	0.0000	Sí
TA3	TA4	0.3500	No

TA3	TA5	0.0232	Sí
TA3	TA6	0.0000	Sí
TA3	TAP	0.0015	Sí
TA4	TA5	0.8497	No
TA4	TA6	0.0001	Sí
TA4	TAP	0.2693	No
TA5	TA6	0.0057	Sí
TA5	TAP	0.9478	No
TA6	TAP	0.0735	No

Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café. Los valores resaltados en negrita indican diferencias estadísticamente significativas entre pares de tratamientos (Tukey HSD, $p < 0.05$).

El análisis permitió identificar diferencias estadísticamente significativas entre diversos pares de tratamientos, destacando las comparaciones TA3 – TA6, TA4 – TA6, TA2 – TA5 y TA2 – TA4, entre otras. Sin embargo, para una interpretación más precisa de las relaciones de semejanza y diferencia entre tratamientos, se aplicó el ajuste post hoc de Bonferroni mediante agrupaciones representadas con letras en superíndice. Dichas agrupaciones permitieron reconocer los tratamientos estadísticamente homogéneos y diferenciarlos de aquellos que presentan comportamientos significativamente distintos.

Los resultados de las agrupaciones se muestran en la

Tabla **13** mediante los valores promedio y sus respectivas desviaciones estándar, acompañados de letras en superíndice que representan las relaciones de semejanza o diferencia estadística entre tratamientos.

Por otro lado, la Figura 8 sintetiza gráficamente el análisis estadístico aplicado a la resistencia a la compresión de los diferentes tratamientos, empleando colores y formas para facilitar la interpretación de los procedimientos realizados.

Tabla 13*Agrupación estadística de los tratamientos*

Tratamientos	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
TAP	11.07 ± 0.93 ^{cd}
TA1	13.70 ± 1.22 ^{ab}
TA2	15.34 ± 1.11 ^a
TA3	13.64 ± 1.46 ^{ab}
TA4	12.40 ± 0.81 ^{bc}
TA5	11.66 ± 0.62 ^c
TA6	9.36 ± 0.51 ^d

Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tukey HSD, $p < 0.05$).

TA2 y TA6 conforman agrupaciones claramente diferenciadas al presentar una única letra en superíndice (a y d, respectivamente), sin compartir semejanzas estadísticas con ningún otro tratamiento. Por otro lado, TA1 y TA3 (ab), TA4 (bc) y TAP (cd) presentan dos letras en superíndice, indicando que estos tratamientos comparten semejanzas estadísticas con más de un grupo homogéneo y evidencian un comportamiento transicional a lo largo del gradiente de medias. Por su parte, TA5 (c) presenta una única letra en superíndice, diferenciándose estadísticamente de TA2, TA1 y TA3, aunque sin diferencias significativas respecto a TA4 y TAP.

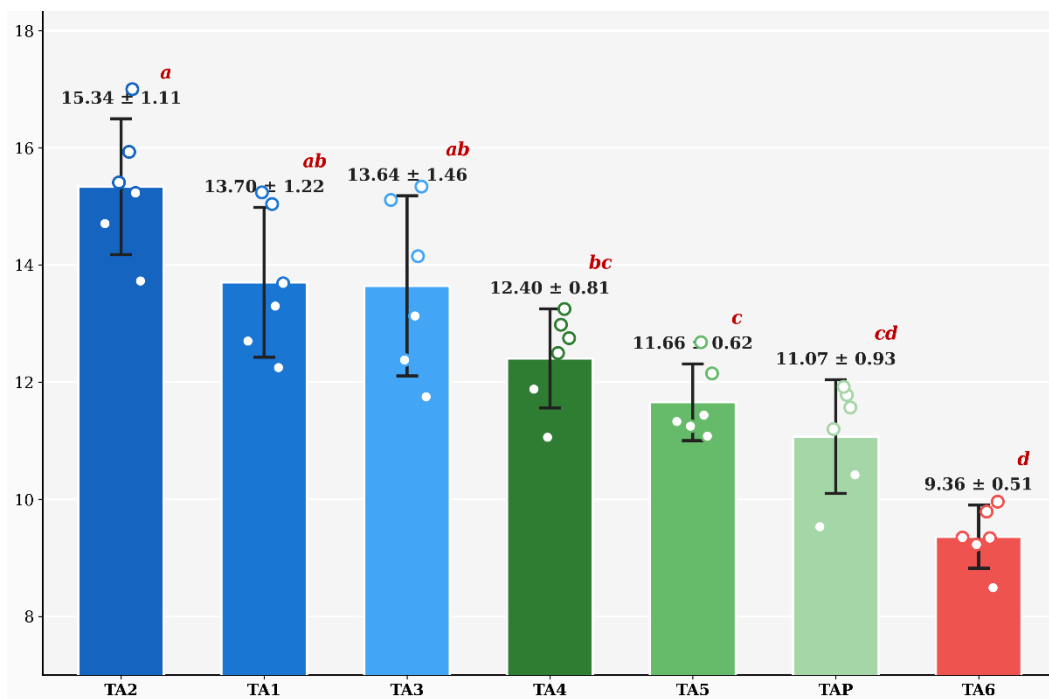
El resumen gráfico presentado en la Figura 8 permite visualizar claramente el comportamiento general de los tratamientos, evidenciando que la adición de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café influye positivamente en la resistencia a la compresión del adobe en función de las proporciones empleadas. No obstante, este efecto favorable se mantiene únicamente hasta determinadas concentraciones, observándose un comportamiento adecuado hasta el tratamiento TA5 (5% de PET reciclado y 1% de ceniza de cascarilla de café). A partir de este punto, incrementos

adicionales en las proporciones de los aditivos generan una disminución significativa de la resistencia a la compresión, como ocurrió en TA6. Estos resultados sugieren la existencia de un umbral de dosificación a partir del cual las adiciones dejan de contribuir favorablemente al desempeño mecánico del adobe. En consecuencia, las proporciones utilizadas en TA5 representan una combinación cercana al límite de equilibrio entre el aprovechamiento de residuos y el mantenimiento de propiedades mecánicas adecuadas.

De manera global, los resultados experimentales y el análisis estadístico permitieron identificar tratamientos con mejoras significativas en la resistencia a la compresión respecto al adobe patrón, confirmando la influencia de las proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café sobre el desempeño mecánico de las unidades de adobe.

Figura 8

Resumen gráfico del análisis estadístico de la resistencia a la compresión de los tratamientos



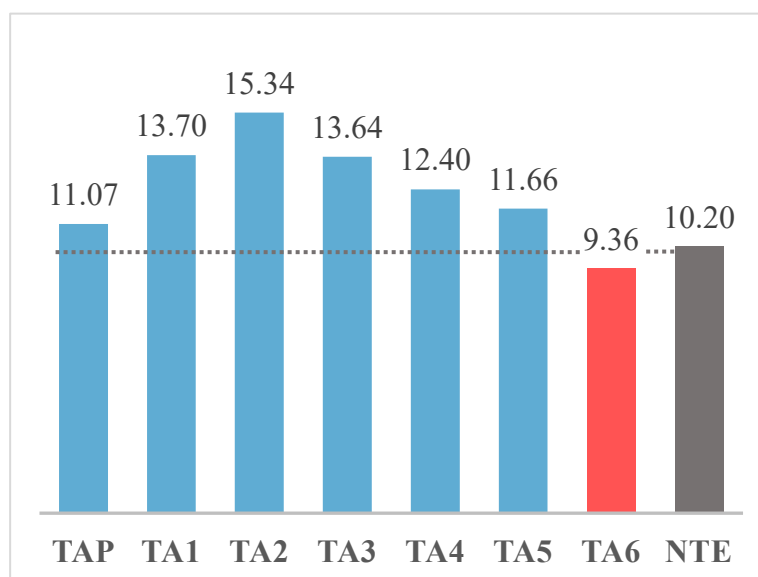
Nota. TAP: adobe patrón; TA1: 1% de PET y 1% de CCC; TA2: 1% de PET y 2.5% de CCC; TA3: 3% de PET y 1% de CCC; TA4: 3% de PET y 2.5% de CCC; TA5: 5% de PET y 1% de CCC; TA6: 5% de PET y 2.5% de CCC. PET: polietileno tereftalato reciclado; CCC: ceniza de cascarilla de café. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tukey HSD, $p < 0.05$).

3.6. Determinación de la proporción óptima de ambos aditivos

De acuerdo con los resultados obtenidos y la comparación de los tratamientos con el valor mínimo establecido por la NTE E.080 (10.20 kg/cm^2) (Figura 9), seis de los siete tratamientos superaron dicho umbral, con excepción de TA6 (5% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café), cuya resistencia promedio de 9.36 kg/cm^2 fue inferior al mínimo normativo. El tratamiento TA2 (1% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) presentó la mayor resistencia a la compresión, alcanzando 15.34 kg/cm^2 y superando en 50.39% el valor mínimo exigido por la norma. Asimismo, los tratamientos TA1 y TA3 mostraron resultados favorables, con resistencias de 13.70 kg/cm^2 y 13.64 kg/cm^2 , respectivamente, asociadas a proporciones moderadas de incorporación de aditivos. Por su parte, TA4 (3% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) superó en 12.01% la resistencia del adobe patrón y en 21.57% el valor mínimo normativo, aunque presentó una resistencia 23.71% inferior respecto a TA2. En consecuencia, TA2 se establece como la proporción óptima desde el punto de vista mecánico, mientras que TA4 constituye una alternativa adecuada para maximizar la incorporación de aditivos manteniendo una resistencia a la compresión superior al valor mínimo establecido por la NTE E.080.

Figura 9

Comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con el valor normativo de la NTE E.080



IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que el efecto del PET reciclado y la ceniza de cascarilla de café sobre la resistencia a la compresión depende directamente de las proporciones incorporadas, identificándose un mejor desempeño mecánico en dosificaciones bajas y moderadas (entre 1% y 3%). Este comportamiento es consistente con lo reportado por Coral et al. (2023) y Noa y Ordoñez (2022), quienes indican que la incorporación controlada de residuos industriales y agroindustriales en materiales de construcción puede mejorar sus propiedades mecánicas; sin embargo, incrementos excesivos en las dosificaciones generan efectos adversos sobre su resistencia.

El estudio de las propiedades físicas y geotécnicas del suelo proveniente de la cantera Balsahuayco evidenció una caracterización compatible con los rangos recomendados por la NTE E.080 para construcciones en tierra reforzada, la cual sugiere contenidos aproximados de 10% – 20% de arcilla, 15% – 25% de limo y 55% – 70% de arena. Del mismo modo, los resultados concuerdan con los criterios establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según el cual son adecuados los suelos con contenidos de arena entre 55% y 75% y fracciones finas entre 25% y 45%.

Los resultados de la caracterización física y geotécnica de la cantera seleccionada muestran similitudes con lo reportado por Chambilla y Limachi (2023), quienes evaluaron un suelo para adobe mejorado con fibra de totorilla, compuesto por 0.60% de grava, 40.00% de arena y 59.40% de finos, además de presentar un límite líquido de 30, límite plástico de 18 e índice de plasticidad de 13. Dichos autores concluyeron que estas propiedades resultaban adecuadas para la fabricación de adobe. Aunque el suelo empleado en la presente investigación presenta diferencias en la distribución granulométrica, ambos estudios evidencian que suelos con contenidos moderados de finos y plasticidad controlada pueden desarrollar condiciones favorables para la fabricación de unidades de adobe con adecuado desempeño mecánico. El suelo utilizado por Chambilla y Limachi presentó un contenido de finos superior al obtenido en la presente investigación (59.40% frente a 43.63%), mientras que el suelo de la

cantera Balsahuayco mostró una mayor proporción de arena (47.29% frente a 40.00%). A pesar de estas diferencias granulométricas, ambos materiales se mantienen dentro de los rangos aceptables establecidos por la NTE E.080 y el SUCS, evidenciando que distintas combinaciones de arena y finos pueden resultar técnicamente adecuadas para la fabricación de unidades de adobe. El suelo reportado por Villanueva y Díaz (2024) para la fabricación de adobes artesanales presentó una composición considerablemente distinta a la obtenida en la presente investigación, registrando 2% de grava, 21% de arena y 77% de finos, además de un límite líquido de 45, límite plástico de 23 e índice de plasticidad de 22. Si bien estos valores se alejan de los rangos recomendados por la NTE E.080, los autores señalaron que el material resultó adecuado para la fabricación de adobe, ya que las unidades alcanzaron la resistencia mínima requerida. Esto evidencia que ciertos suelos con contenidos elevados de finos también pueden desarrollar propiedades mecánicas aceptables, siempre que mantengan condiciones adecuadas de cohesión y plasticidad.

Los resultados de resistencia a la compresión obtenidos en la presente investigación guardan concordancia con lo reportado por Morocho (2025), quien analizó el efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre el comportamiento mecánico del adobe tradicional. En dicho estudio, las resistencias obtenidas para adiciones de 0%, 4%, 8% y 11% fueron de 12.15 kg/cm², 22.67 kg/cm², 23.18 kg/cm² y 22.45 kg/cm², respectivamente. La comparación entre ambos estudios evidencia una tendencia común (la incorporación controlada de materiales alternativos con características puzolánicas o capacidad de refinamiento granulométrico mejora la resistencia a la compresión del adobe); sin embargo, incrementos excesivos en las dosificaciones producen pérdidas en el desempeño mecánico del material. No obstante, también se identifican diferencias importantes entre ambos estudios. Morocho reportó incrementos de resistencia considerablemente mayores (hasta cerca del 90% respecto al adobe patrón), comportamiento que puede atribuirse principalmente al tipo de aditivo utilizado. La ceniza de cáscara de arroz contiene elevadas concentraciones de sílice reactiva, lo que favorece el desarrollo de reacciones puzolánicas y una mayor cohesión de la matriz del adobe. Por el contrario, la ceniza de cascarilla de café empleada en la presente investigación posee menor reactividad, asociada tanto a

su composición orgánica como a las condiciones de calcinación, generando un efecto reforzante más limitado.

Por otro lado, Ruiz y Vega (2024) reportaron un comportamiento semejante, aunque con una magnitud distinta, al evaluar la influencia de fibras plásticas sobre el comportamiento mecánico del adobe. Dichos autores registraron resistencias a la compresión de 15.05, 18.69, 19.63 y 16.70 kg/cm² para adiciones de 0%, 4%, 8% y 12%, respectivamente, observándose un incremento progresivo de la resistencia hasta una dosificación óptima, seguido de una disminución en las proporciones más elevadas. La similitud entre ambos estudios radica en que la incorporación de materiales no convencionales puede mejorar la resistencia del adobe siempre que se empleen proporciones controladas; sin embargo, dosificaciones excesivas generan efectos desfavorables sobre el desempeño mecánico. No obstante, existe una diferencia importante entre ambas investigaciones. Mientras que Ruiz y Vega utilizaron únicamente fibras plásticas como material de refuerzo, en el presente estudio se incorporó una combinación de PET reciclado (con comportamiento fibroso) y CCC, la cual aporta efectos puzolánicos y de refinamiento granulométrico. Esta acción combinada explica que las mejores resistencias obtenidas en la presente investigación correspondan a bajas proporciones de PET acompañadas de pequeñas cantidades de CCC, debido a que la ceniza mejora la cohesión y el empaquetamiento granular de la matriz, mientras que el PET contribuye a la resistencia post-fisuración. En contraste, incrementos de PET superiores al 3% – 5% provocaron una pérdida de uniformidad en la mezcla, fenómeno que no fue reportado con la misma intensidad por Ruiz y Vega, posiblemente debido a la ausencia de un componente mineral complementario.

El tratamiento TA2, correspondiente a la incorporación de 1% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café, presentó la mayor resistencia a la compresión. El incremento observado respecto al adobe patrón puede atribuirse, según Pacheco et al. (2025), a una mejor compactación y cohesión de las partículas finas con el material plástico, el cual actúa como refuerzo interno. A ello se suma la contribución puzolánica inicial de la ceniza, favoreciendo la formación de una matriz más densa y homogénea. Asimismo, Sanou et al. (2024)

sugieren que este tipo de comportamiento responde a un equilibrio adecuado entre el contenido de aditivo plástico y cenizas. En este sentido, las bajas proporciones de PET aportan ductilidad y control de fisuras, mientras que el contenido moderado de CCC mejora la reactividad de la matriz arcillosa mediante el relleno de poros y el incremento de la adherencia entre partículas del suelo. Sin embargo, al incrementar las proporciones de aditivos a 3% de PET y 1% de ceniza, así como a 3% de PET y 2.5% de ceniza, las resistencias disminuyeron a 13.64 kg/cm² y 12.40 kg/cm², respectivamente. Este comportamiento puede atribuirse al exceso de material plástico, el cual genera discontinuidades dentro de la matriz del adobe y dificulta una compactación adecuada, reduciendo la cohesión interna del compuesto. De manera similar, los tratamientos que incorporaron 5% de PET evidenciaron una disminución más marcada de la resistencia, indicando que contenidos excesivos de material plástico actúan como agentes separadores, limitando la interacción entre las partículas del suelo y afectando negativamente el desempeño mecánico final. Por tanto, la dosificación óptima determinada experimentalmente correspondió a la mezcla con 1% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café, la cual permitió alcanzar la mayor resistencia a la compresión y evidenció una sinergia favorable entre ambos materiales reciclados. Este resultado demuestra el potencial del uso combinado de residuos plásticos y cenizas agroindustriales como refuerzos sostenibles en la producción de adobes artesanales, contribuyendo tanto a la mejora de sus propiedades mecánicas como a la valorización de residuos con potencial de aprovechamiento constructivo.

El adobe patrón, sin adiciones, alcanzó una resistencia superior en 8.53% al valor mínimo establecido por la NTE E.080, confirmando que el suelo base es apto para la elaboración de unidades de adobe. Asimismo, las mezclas con incorporación de PET reciclado y CCC evidenciaron mejoras importantes en la resistencia a la compresión. El tratamiento TA1 superó en 34.31% el valor normativo, mientras que la combinación de 1% de PET reciclado y 2.5% de CCC (TA2) registró la mayor resistencia, alcanzando un incremento de 50.39% respecto al mínimo exigido por la norma. Por otro lado, las dosificaciones con mayores contenidos de PET (3% y 5%) también mostraron resistencias aceptables en la mayoría de los casos, aunque con valores promedio inferiores

(12.40 kg/cm² y 9.36 kg/cm², respectivamente). Este último tratamiento fue el único que no alcanzó el mínimo normativo, presentando una resistencia inferior en 8.24% respecto al valor exigido por la NTE E.080. Estos resultados evidencian que la incorporación controlada de PET reciclado y CCC puede mejorar significativamente la capacidad resistente del adobe, siempre que se mantengan proporciones adecuadas de ambos aditivos. Asimismo, los resultados sugieren la existencia de un umbral óptimo de incorporación, a partir del cual los beneficios mecánicos comienzan a revertirse. Este comportamiento concuerda parcialmente con lo reportado por Mendieta (2024), quien evaluó el efecto de la ceniza de bejuco en unidades de adobe y encontró que una adición de 5% incrementó la resistencia de 14.33 kg/cm² a 17.76 kg/cm², mientras que contenidos mayores (7% y 9%) redujeron la resistencia a 11.89 kg/cm² y 10.06 kg/cm², respectivamente. En ambos estudios se observa una tendencia similar: bajas proporciones de materiales con potencial puzolánico mejoran la resistencia mecánica, mientras que contenidos elevados generan pérdidas en el desempeño estructural, probablemente debido al exceso de material finamente dividido que disminuye la cohesión de la matriz suelo-aditivo. Esto sugiere que las cenizas de origen vegetal poseen una actividad puzolánica capaz de mejorar la compactación y la cementación interna del adobe cuando se incorporan en proporciones adecuadas.

Los resultados obtenidos también guardan concordancia con lo reportado por Mamani y Escalante (2024), quienes evaluaron la incorporación de fibras recicladas de PET y PEBD en unidades de adobe. En dicho estudio, el adobe patrón alcanzó una resistencia de 13.47 kg/cm², mientras que la adición simultánea de 0.5% PET + 0.5% PEBD incrementó la resistencia hasta 15.20 kg/cm². Sin embargo, al elevar las proporciones a 1.25% PET + 1.25% PEBD y 2.5% PET + 2.5% PEBD, las resistencias disminuyeron a 13.43 kg/cm² y 12.50 kg/cm², respectivamente. Este comportamiento coincide con los resultados de la presente investigación, donde el tratamiento TA2 alcanzó la mayor resistencia a la compresión (15.34 kg/cm²), mientras que las dosificaciones con mayores contenidos de PET (3% y 5%) mostraron una tendencia descendente, llegando incluso a valores por debajo del mínimo normativo en el caso del tratamiento con 5% de PET y 2.5% de ceniza. La similitud observada entre ambos estudios

sugiere que la eficiencia del PET como material de refuerzo depende directamente de su dosificación. En bajas proporciones, el PET actúa como un micro refuerzo que mejora la cohesión interna y favorece una mejor distribución de esfuerzos dentro de la matriz del adobe. No obstante, contenidos elevados incrementan la porosidad y generan discontinuidades internas que afectan negativamente la resistencia mecánica. En consecuencia, tanto en la presente investigación como en la desarrollada por Mamani y Escalante, se evidencia que el PET presenta un comportamiento óptimo cuando se incorpora en proporciones reducidas, mientras que su sobredosificación produce una disminución de la resistencia a la compresión.

La hipótesis de investigación, que planteaba que la incorporación de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café influye significativamente sobre la resistencia a la compresión del adobe, fue confirmada mediante los resultados experimentales obtenidos. Se evidenció que la incorporación combinada de ambos aditivos mejora el comportamiento mecánico del adobe cuando se emplean proporciones controladas, identificándose un rango óptimo de dosificación a partir del cual los beneficios comienzan a disminuir. En conjunto, los resultados demuestran que el uso de residuos plásticos y cenizas agroindustriales constituye una alternativa sostenible y técnicamente eficiente para el fortalecimiento del adobe artesanal, favoreciendo el aprovechamiento de residuos y promoviendo el desarrollo de materiales de construcción con menor impacto ambiental.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La cantera Balsahuayco fue identificada como la más idónea para la elaboración de las unidades de adobe. El análisis granulométrico determinó un suelo compuesto por 9.38% de gravas, 47.29% de arenas y 43.63% de finos, clasificado como arena arcillosa (SC) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y como A – 6 (2) según la clasificación AASHTO. Asimismo, se obtuvo un límite líquido de 36%, un límite plástico de 23%, un índice de plasticidad de 13% y una humedad natural de 5.99%. En conjunto, estas propiedades físicas y geotécnicas indican que el suelo presenta condiciones favorables de cohesión y trabajabilidad para la fabricación de adobes conforme a los criterios establecidos en la NTE E.080.
- La obtención del PET reciclado se realizó mediante la trituración, en una trituradora semiindustrial, de botellas identificadas con el código de identificación de resina N° 1 (PET), previamente recolectadas y acopiadas. Como material de estudio se seleccionó la fracción pasante por el tamiz 1/2” y retenida en el tamiz 3/8”. Por su parte, la ceniza de cascarilla de café fue obtenida mediante la incineración de residuos agroindustriales generados durante la trilla del café pergamino, empleando una mufla a 650 °C durante 90 minutos, contados desde que el equipo alcanzó dicha temperatura. Posteriormente, se seleccionó como material de estudio la fracción pasante por el tamiz N° 200 (0.075 mm). Los procedimientos descritos permitieron obtener ambos aditivos en condiciones controladas y reproducibles, asegurando la homogeneidad de los materiales incorporados en la fabricación de las unidades de adobe.
- La resistencia a la compresión de las unidades de adobe elaboradas con diferentes proporciones de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café fue determinada a los 28 días de curado. Previamente, se verificó el cumplimiento del supuesto de normalidad mediante las pruebas de

Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, obteniéndose valores de significancia superiores a 0.05. El análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($F = 23.354$; $\text{Sig.} = 0.000 < 0.05$), con un tamaño del efecto grande ($\eta^2 = 0.80$), indicando que el 80% de la variabilidad de la resistencia a la compresión fue explicada por las proporciones de aditivos empleadas. Las comparaciones múltiples mediante Tukey HSD y ajuste de Bonferroni permitieron identificar diferencias significativas entre diversos pares de tratamientos, destacando TA2 – TA5, TA2 – TA4, TA3 – TA6 y TA4 – TA6. Los resultados evidenciaron que la adición de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café influye positivamente en la resistencia a la compresión del adobe en función de las proporciones empleadas; no obstante, este efecto favorable se mantiene únicamente hasta determinadas concentraciones. El tratamiento TA2 (1% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) presentó el mejor desempeño mecánico, alcanzando una resistencia promedio de $15.34 \pm 1.11 \text{ kg/cm}^2$, superior al adobe patrón. Por otro lado, incrementos adicionales en las proporciones de ambos aditivos generaron una disminución significativa de la resistencia, como se evidenció en TA6 (5% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café), el cual presentó la menor resistencia promedio con $9.36 \pm 0.51 \text{ kg/cm}^2$.

- La comparación de los tratamientos con el valor mínimo de resistencia a la compresión establecido por la NTE E.080 (10.20 kg/cm^2) reveló que seis de los siete tratamientos evaluados superaron dicho umbral, con excepción de TA6 (5% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café), cuya resistencia promedio de 9.36 kg/cm^2 fue inferior al mínimo normativo. El tratamiento TA2 (1% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) registró la mayor resistencia a la compresión, alcanzando 15.34 kg/cm^2 y constituyéndose en la proporción óptima desde el punto de vista mecánico. Por su parte, TA4 (3% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) representó una alternativa técnicamente viable, al superar en 21.57% el valor mínimo normativo y en 12.01% la resistencia del adobe patrón, aunque presentó

una resistencia 23.71% inferior respecto a TA2. En consecuencia, se determinó que proporciones moderadas de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café, particularmente las correspondientes a TA2 y TA4, optimizan la resistencia a la compresión del adobe manteniendo el cumplimiento de los requisitos establecidos por la NTE E.080.

- La incorporación de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café modificó significativamente la resistencia a la compresión de las unidades de adobe ($p < 0.05$), comprobándose que el desempeño mecánico depende de las proporciones de aditivos empleadas. El tratamiento TA2 (1% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) presentó el mejor comportamiento mecánico, alcanzando una resistencia promedio de 15.34 kg/cm^2 , superior al valor mínimo exigido por la NTE E.080. Asimismo, TA4 (3% de PET reciclado y 2.5% de ceniza de cascarilla de café) representó una alternativa viable para maximizar la incorporación de aditivos sin comprometer el cumplimiento normativo. Por lo tanto, el uso combinado de PET reciclado y ceniza de cascarilla de café constituye una alternativa técnicamente viable y orientada al aprovechamiento de residuos para la mejora de las propiedades mecánicas del adobe.

Recomendaciones

- Continuar con el uso de suelos que presenten características similares a las de la Cantera Balsauayco para la producción de unidades de adobe, implementando controles periódicos de sus propiedades físicas y mecánicas. Esto garantizará la uniformidad y calidad del material base empleado en construcciones de tierra reforzada.
- Implementar la dosificación óptima de 1% de plástico PET y 2.5% de ceniza de cascarilla de café en la producción de adobes destinados a edificaciones sostenibles. Para ello, se debe verificar previamente la homogeneidad de la mezcla y controlar rigurosamente las condiciones de compactación y secado. Asimismo, se sugiere realizar ensayos complementarios que evalúen la durabilidad, absorción de agua y el comportamiento térmico de estas unidades para consolidar su aplicación práctica en proyectos ecológicos.
- Ampliar, en investigaciones futuras, el análisis del comportamiento mecánico y físico de los adobes estabilizados con estos aditivos. Se recomienda evaluar propiedades críticas como la resistencia a la tracción, la absorción por capilaridad, la durabilidad ante ciclos de humedad-secado y la conductividad térmica. De igual manera, es conveniente analizar el efecto de diferentes porcentajes y granulometrías del PET triturado, así como diversas temperaturas de calcinación de la ceniza de cascarilla de café, optimizando su reactividad puzolánica con la matriz del suelo.
- Evaluar el comportamiento estructural a escala real mediante el ensayo de muretes, muros o prototipos de vivienda contruidos con estos adobes reforzados. Esto permitirá analizar su respuesta ante cargas laterales y sollicitaciones sísmicas, así como su desempeño frente a la erosión climática. Adicionalmente, se recomienda explorar la combinación de estos residuos con otros estabilizantes naturales o aglomerantes (como

cal o fibras vegetales) para desarrollar fórmulas adaptadas a las diferentes regiones del país.

- Promover que las comunidades, gobiernos locales e instituciones vinculadas al desarrollo de viviendas rurales adopten esta dosificación (PET y ceniza de cascarilla de café) como una alternativa técnica, económica y ambientalmente sostenible. Se sugiere acompañar esta adopción con programas de capacitación técnica sobre los procesos correctos de mezclado, moldeo, curado y control de calidad en campo.
- Realizar un análisis de costos unitarios y viabilidad económica detallado para la producción a escala de estos adobes mejorados, comparándolos directamente con el adobe tradicional. Se recomienda cuantificar el impacto financiero del proceso de triturado del plástico PET y la calcinación controlada de la ceniza de cascarilla de café, con el fin de demostrar la rentabilidad, el ahorro en la gestión de residuos y el beneficio socioeconómico de su implementación en proyectos de vivienda rural.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coral Sanchez, H. P., & Paredes Sanchez, C. I. (2023). *Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_d48336bad7f1190dbd961d1d775cd897
- Díaz Horna, Y. A., & Villanueva Diaz, J. (2025). *Efecto de la incorporación del vástago de plátano (chante) en la resistencia a la tracción y compresión del adobe artesanal, Jaén 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional UNJ. <https://hdl.handle.net/20.500.14689/921>
- Díaz, L. E., & Agreda, M. D. (2024). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de adobe, aplicando la ficha de verificación INDECI, en el C.P. Tabacal, Distrito de Chontalí, Provincia de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la UNJ. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/666>
- Flores, L. E. Y., & Santisteban, P. D. R. (2022). *Mejoramiento de resistencia del adobe incorporando fibras de hoja de palma y musgo español, Caserio Overal, Huarmaca, Piura, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/106363>
- Flores Añorga, S. E., & Calderón Vásquez, E. M. (2022). *Influencia de la incorporación de caucho reciclado sobre la resistencia a la compresión del adobe artesanal, Jaén – Cajamarca, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/429>
- Flores Cayatopa, G., & Rubio Ramos, L. J. (2021). *Influencia de la fibra de tundo para aumentar la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, Huabal – Jaén, 2021* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69538>
- García-Mina, J. M., & Álvarez, J. I. (2024). Physical-chemical, mechanical and durability characterization of historical and modern adobe materials: Advanced techniques for

- building stabilization. *Journal of Building Engineering*, 86, 108802.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.108802>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Perú: Panorama estadístico 2022*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
- Kafodya, I., Okonta, F., & Kloukinas, P. (2019). Role of fiber inclusion in adobe masonry construction. *Journal of Building Engineering*, 26, 100904.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219302487>
- Khunaprapakorn, A., Arjwech, R., Chomsaeng, N., & Eua-Apiwatch, S. (2025). Performance Optimization of Flood Sediment Adobe Bricks Through Natural Additive Integration. *Buildings*, 15(19), 3508. <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/19/3508>
- Ocas Soberon, M. A., & Huaman Duran, J. B. (2025). *Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con la adición de paja de trigo, agujas de pino y su combinación, Cajamarca 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] Repositorio institucional Universidad Privada del Norte.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/43445>
- Pacheco, D. S. C., Barboza, E. M. C., Pérez, S. P. M., Chumacero, J. M. G., Diaz, E. S., Lazo, C. A. D., ... & Izquierdo, A. P. B. (2025). Influence of rice husk and cabuya fiber on the physical and mechanical properties of adobe. *Engineering and Applied Science Research*, 52(1), 112-124. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/easr/article/view/257623>
- Ruiz Chuquiruna, J. C. L., & Vega Bereche, J. L. (2025). *Influencia en las propiedades mecánicas del adobe al adicionar fibras de plástico, Huamachuco, La Libertad, 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte.
<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/6063/1/tesis.pdf>
- Robles Rojo, A. (2022). *Elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y agregado de nopal para mejorar la resistencia a compresión y durabilidad* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico Nacional de México] Repositorio institucional del

Instituto del Tecnológico Nacional de México.
<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/6063/1/tesis.pdf>

Rodríguez Acedo, C. A. (2024). *Influencia de la incorporación del mucilago de café en la resistencia a compresión del adobe, Jaén – 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/813>

Romero, R. M. (2024). *Efecto de la ceniza de bejuco en las propiedades físico-mecánicas de adobes, Cajamarca 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/45474>

Serebe, Y. A. A., Ouedraogo, M., Sere, A. D., Sanou, I., Zagre, W. K. J. E., Aubert, J. E., ... & Millogo, Y. (2024). Optimization of kenaf fiber content for the improvement of the thermophysical and mechanical properties of adobes. *Construction and Building Materials*, 431, 136469. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061824016106>

Sanou, I., Bamogo, H., Sory, N., Gansoré, A., & Millogo, Y. (2024). Effect of the coconut fibers and cement on the physico-mechanical and thermal properties of adobe blocks. *Heliyon*, 10(19). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)14783-4](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)14783-4)

Mamani Yauri, S., & Escalante Quispe, A. J. (2024). *Comportamiento físico y mecánico del adobe con adición de fibras PET y PEBD reciclados, comunidad de Pampachulla-Urcos, 2024* [Tesis de doctoral, Universidad Continental]. Repositorio Institucional de la Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/16617>

Ministerio del Ambiente. (2018, 18 mayo). *MINAM: El plástico representa el 10 % de todos los residuos que generamos en el Perú*. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>

Morocho Calderón, K. J. (2025). *Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de cáscara de arroz* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio institucional Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/55134>

- Morales, R. E., & Delgado, M. A. (2024). Degradación hídrica y alternativas de estabilización en mampostería de tierra: Una revisión del comportamiento mecánico ante agentes climáticos. *Revista de la Construcción*, 23(1), 45-58. <https://doi.org/10.7764/RDLC.23.1.45>
- Noa Huaman, M. y Ordoñez Claros, D. (2022). *Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho-Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio institucional Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://hdl.handle.net/10757/661001>
- Ukwizagira, G. (2023). Strength assessment of improved adobe brick using natural stabilizers. *Mediterranean Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 12-25. <https://doi.org/10.46382/MJBAS.2023.7102>
- Valera Garatea, M. S. (2019). *Mejoramiento del adobe en sus propiedades físicas y mecánicas agregándole fibra de viruta en su composición* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo] Repositorio institucional Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3151>

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestra más profunda gratitud a Dios, por guiarnos con sabiduría y fortaleza en cada etapa de este camino, permitiéndonos alcanzar este importante logro en nuestra formación académica.

A nuestras queridas familias, quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificio constante han sido el pilar fundamental de nuestro esfuerzo. Gracias a su aliento permanente, hemos encontrado la motivación necesaria para seguir adelante y superar cada desafío.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional de Jaén, por brindarnos una formación integral en un entorno académico que ha contribuido significativamente a nuestro desarrollo personal y profesional.

Manifestamos un especial reconocimiento a nuestra asesora, la Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña, por su valiosa orientación, dedicación y acompañamiento constante a lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación. Su guía ha sido esencial para la culminación satisfactoria del mismo.

Asimismo, expresamos nuestro sincero agradecimiento a los miembros del jurado: Mg. Ing. Juan Alberto Contreras Moreto, Mg. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban y Mg. Ing. Edinson Viammey Llamo Goicochea, por sus valiosas observaciones, recomendaciones y aportes académicos, los cuales han enriquecido significativamente la calidad de nuestra investigación.

A todos ellos, nuestro más profundo y sincero agradecimiento por haber contribuido de manera significativa en la consecución de este logro.

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis, en primer lugar, a Dios, por guiar mis pasos, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme culminar esta etapa importante de mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio constante, quienes han sido el pilar fundamental en mi formación personal y profesional. Gracias por creer en mí y brindarme siempre su apoyo.

A mi hermana menor, por ser una fuente de alegría, motivación e inspiración para seguir adelante y superarme cada día.

Este logro es también de ustedes.

Julio Sánchez Fernández

Con profundo amor y gratitud dedico a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. De manera especial, a mi madre, guía constante de mi destino, cuyo esfuerzo y entrega han hecho posible la construcción de mi presente.

A mi hermano, cuya presencia ha sido incondicional a lo largo de mi camino.

Danner Calle Alejandría

ANEXOS

Anexo A

Ubicación de las canteras

Figura A1

Canteras Disponibles



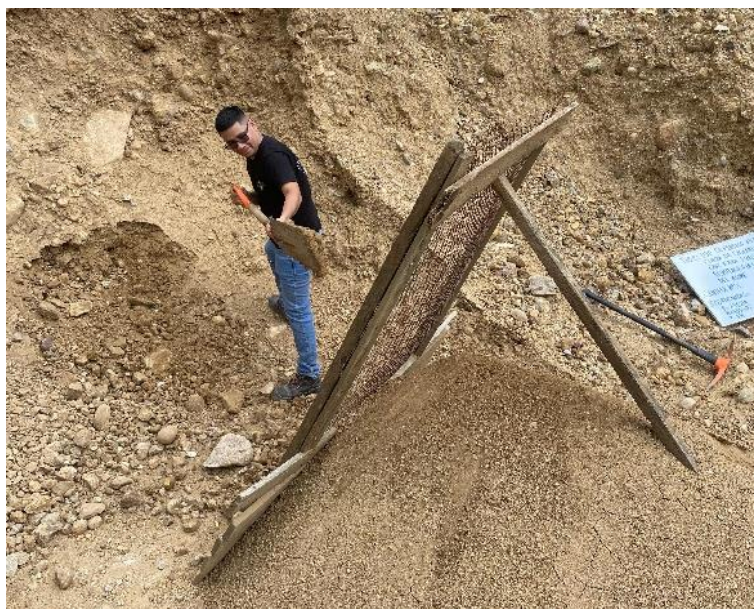
Nota. La ubicación de las canteras fue determinada mediante coordenadas UTM y su representación se realizó utilizando imágenes satelitales de Google Maps. La imagen A corresponde a la cantera Balsahuayco, la imagen B a la cantera Mochenta y la imagen C a la cantera El Huito.

Anexo B

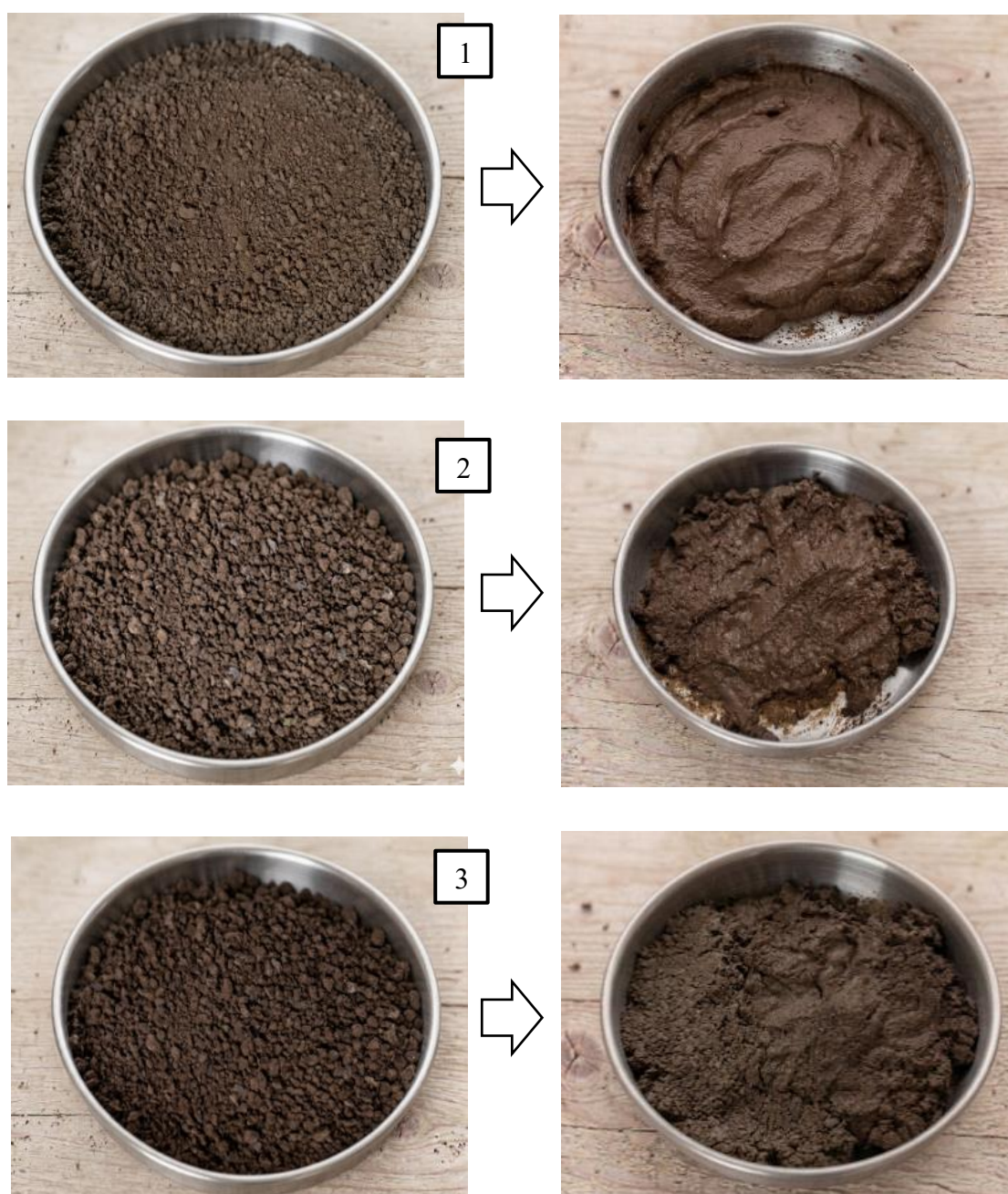
Pruebas de aptitud

Figura B1

Extracción de muestras de las canteras



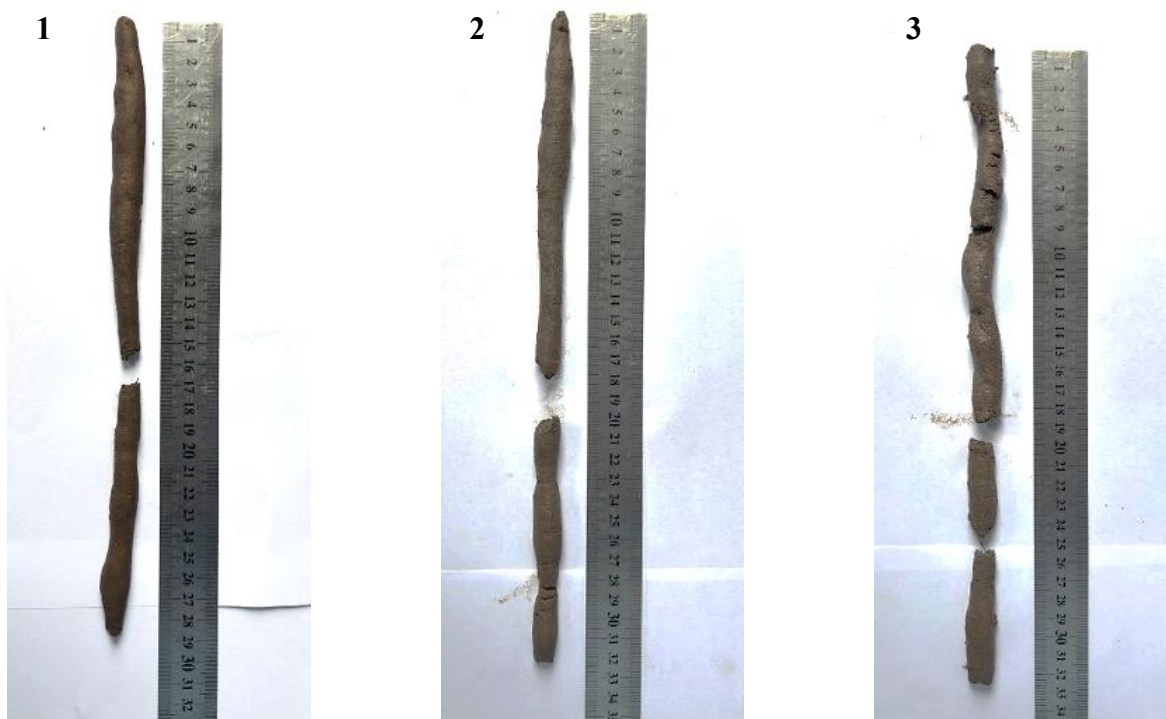
Nota. La extracción de las muestras se realizó manualmente. La tierra recolectada fue sometida a inspección visual y cribado preliminar, con el fin de eliminar residuos, materia orgánica y partículas extrañas que pudieran afectar la representatividad de las muestras.

Figura B2*Preparación de la tierra para las pruebas de aptitud*

Nota. Las imágenes de la primera columna (izquierda) muestran la tierra seca tamizada mediante la malla N° 4 (4.75 mm); las imágenes de la segunda columna (derecha) muestran el suelo mezclado con agua hasta lograr una consistencia plástica y moldeable. El código numérico corresponde a la fuente de extracción del material: [1] Cantera Balsahuayco, [2] Cantera El Mochenta y [3] Cantera El Huito. El procedimiento se realizó para la ejecución de las pruebas de aptitud contempladas en el Anexo 1 y 2 de la Norma Técnica Peruana E.080.

Figura B3

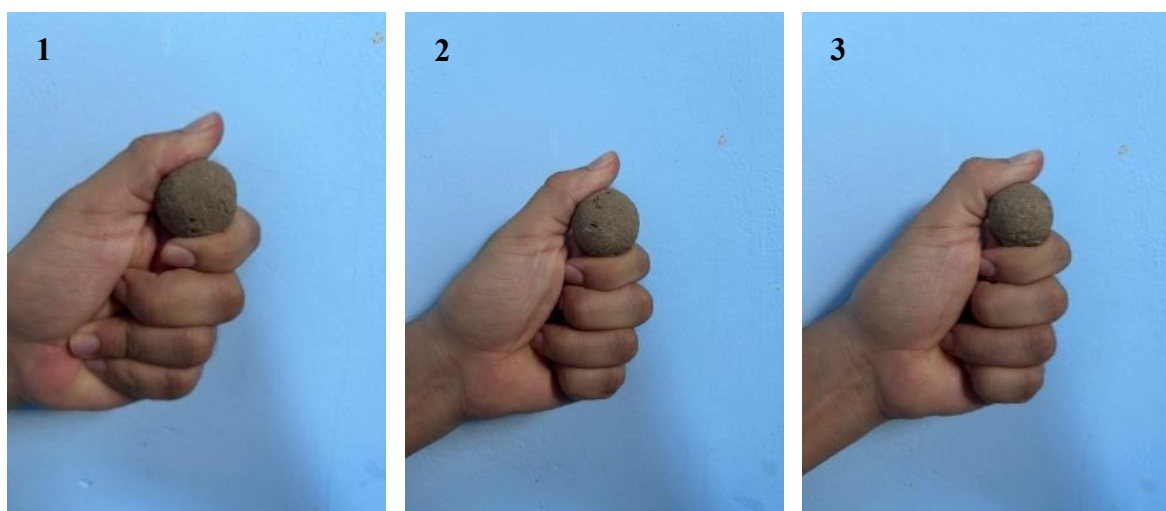
Prueba de cinta de barro



Nota. Control de longitud y agrietamiento mediante la prueba de la cinta de barro (NTE E.080, Anexo 2) en muestras procedentes de la cantera Balsahuayco (1), cantera Mochenta (2) y cantera El Huito (3)

Figura B4

Prueba de resistencia seca



Nota. Las esferas de suelo son sometidas a presión para las muestras de la cantera Balsahuayco (1), Mochenta (2) y El Huito (3). Se evalúa la resistencia por presión manual como indicador cualitativo del contenido de arcilla.

Anexo C

Obtención de la ceniza de cascarilla de café

Figura C1

Recepción y pesado de la cascarilla de café



Nota. A la izquierda se observa la recepción de la cascarilla de café procedente de residuos agroindustriales; a la derecha, la distribución del material previamente pesado en bandejas de acero inoxidable, de acuerdo con las limitaciones de capacidad de la mufla empleada para su incineración.

Figura C2

Incineración de la cascarilla de café



Nota. La incineración se realizó en una mufla a 650 °C durante 90 minutos. Debido a la capacidad limitada del equipo y para procesar la totalidad del material requerido, el procedimiento se repitió en varias tandas.

Figura C3

Molturado y Tamizado de la ceniza de cascarilla de café



Nota. En la parte superior se observa la desintegración manual de las aglomeraciones de ceniza mediante un rodillo liso. En la parte inferior se muestra la estandarización del aditivo mediante el tamiz N° 200 (0.075 mm), seleccionándose únicamente la fracción pasante para su utilización en la investigación.

Anexo D

Obtención del PET triturado

Figura D1

Recepción y trituración del PET reciclado



Nota. A la izquierda se observan las botellas de PET recolectadas y acopiadas que cumplieron con los criterios de selección establecidos. A la derecha se muestra la trituradora empleada para procesar las botellas previamente acondicionadas y obtener el material triturado.

Figura D2

Tamizado del PET triturado



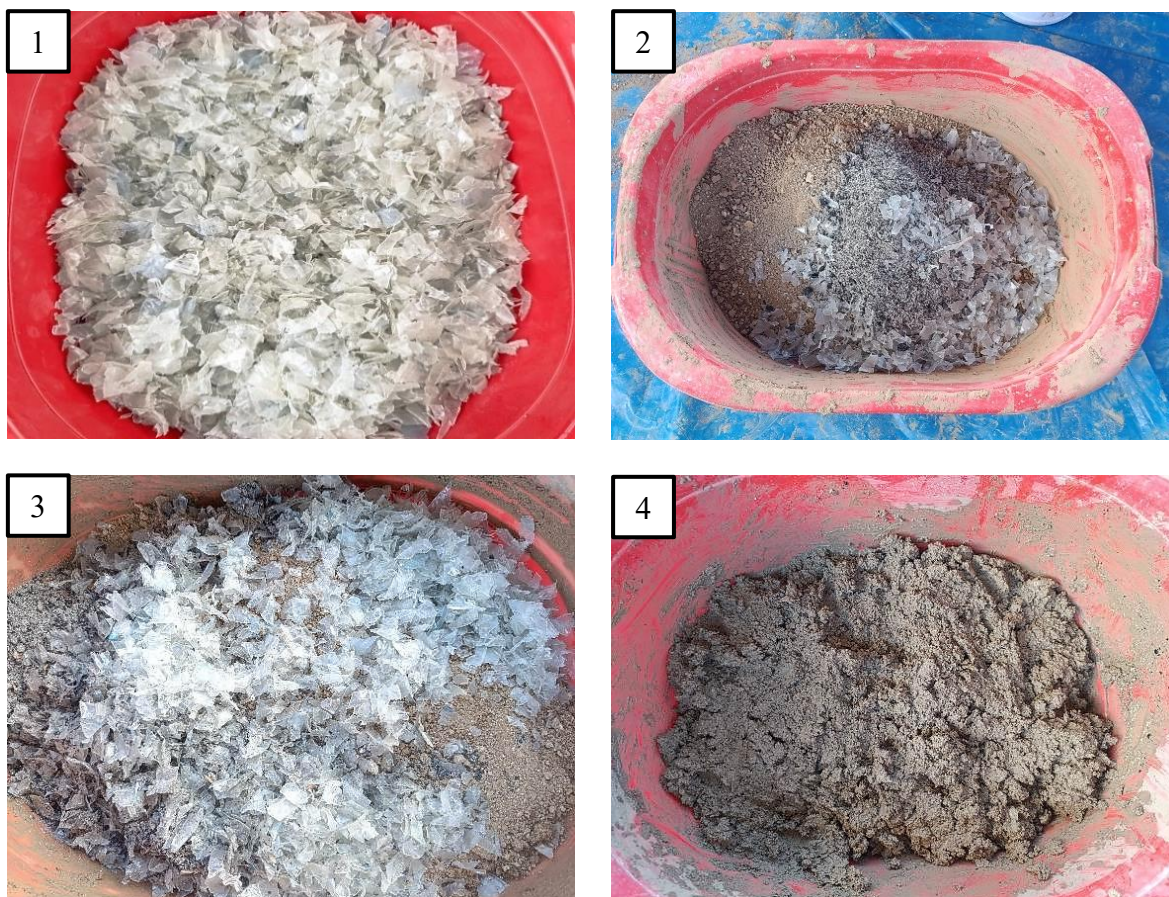
Nota. El PET triturado fue estandarizado mediante tamizado, seleccionándose como fracción de estudio el material pasante por el tamiz 1/2" y retenido en el tamiz 3/8".

Anexo E

Fabricación de las unidades de adobe

Figura E1

Moldeado y secado de adobes



Nota. En la sección 1 se mezclaron los aditivos de acuerdo con las proporciones establecidas para cada tratamiento. En la sección 2 se incorporó la tierra procedente de la cantera seleccionada como idónea, según la cantidad requerida. En la sección 3 se realizó un premezclado en seco para favorecer la integración inicial de los materiales y, finalmente, en la sección 4 se adicionó el agua necesaria, continuando el mezclado hasta obtener una pasta homogénea apta para el moldeado de los adobes.

Figura E2

Molde



Nota. Para el moldeado de las unidades se dispuso de un molde de madera con dimensiones internas de 0.10 m $\times$ 0.10 m $\times$ 0.10 m.

Figura E3

Unidades de adobe moldeadas y en proceso de curado



Nota. Se moldearon ocho adobes por tratamiento y se sometieron a un periodo de curado de 28 días. Las unidades permanecieron sobre una superficie plana recubierta con polipropileno, protegidas de la radiación solar directa y de corrientes intensas de aire.

Figura E4

Codificación por colores de los especímenes



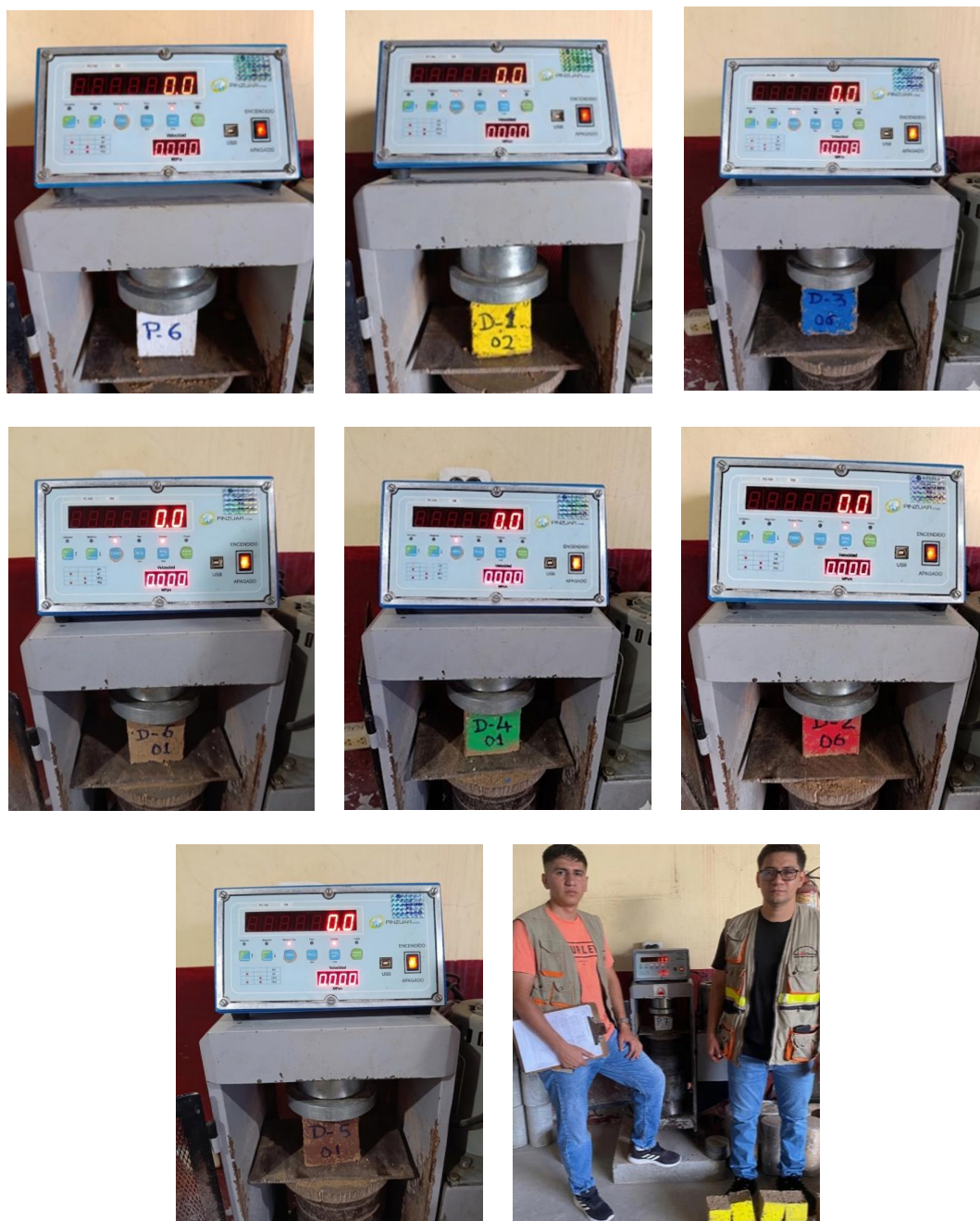
Nota. Adobes experimentales organizados mediante un sistema de codificación por colores para su identificación. Cada color representa un tratamiento específico: blanco (TAP), amarillo (TA1), rojo (TA2), azul (TA3), verde (TA4), marrón (TA5) y negro (TA6)..

Anexo F

Ensayo de resistencia a la compresión

Figura F1

Especímenes sometidos a compresión



Nota. Se muestran los especímenes durante la ejecución del ensayo de resistencia a la compresión. Para cada tratamiento se evaluaron seis unidades de adobe, determinándose la carga máxima aplicada hasta la rotura.

Anexo G

Registro de la propiedad industrial del Laboratorio



Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00150178

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 023268-2023/DSD - INDECOPI de fecha 15 de septiembre de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LTE LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES y logotipo, conforme al modelo

Clase : 37 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0031095-2023

Titular : GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 15 de septiembre de 2033

Distingue : Servicios de construcción; servicios de instalación y reparación; extracción minera, perforación de gas y de petróleo



Laboratorio de Transportes y Edificaciones

Pág. 1 de 1



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: 3z2g48340f

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

Anexo H

Ensayos de laboratorio

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Bach. Calle Alejandría Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio
	PORTADA	EMS / 2025-018	

ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE "

SOLICITANTES: Bach. Calle Alejandría Danner

Bach. Sánchez Fernández Julio

Laboratorio de Transportes y Edificaciones

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

PROVINCIA: JAÉN

DISTRITO : JAÉN

JAEN - PERÚ

JUNIO DEL 2025

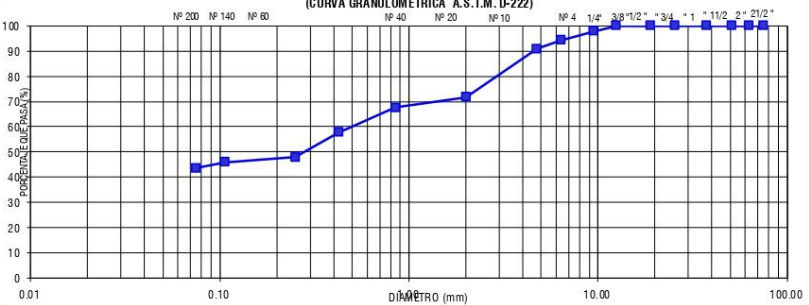
 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio
	PORTADA	EMS / 2025-018	

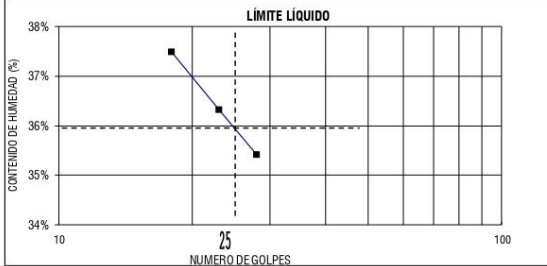


ENSAYOS DE LABORATORIO ESTANDAR

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio
	PORTADA	EMS / 2025-018	



 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS				DATOS DE LA EMPRESA		
					Ruc: 20607790068 Registro de Indecopi: 31095-2023 Dirección: Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
	STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D-222 (MÉTODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E-107/ NTP 339.128)						
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto: TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"				Ingeniero Responsable : Ing. Juan Daniel Chura Bustamante			
Ubicación: Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca				Técnico de Laboratorio: Tec. Florencio Chura Huancoco			
Solicitante: Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio							
DATOS DE LA MUESTRA				CÓDIGO REGISTRO			
Cantera: Balsahuayco	Profundidad: -			LTE-AG-2025-018			
Muestra: M-1	Fecha de Ensayo: Enreo 2025						
TAMIZ		MASA	MASA CORREGIDA	MASA RETENIDA (%)	ACUMULADO RETENIDO (%)	ACUMULADO PASANTE (%)	
Nº	ABERTURA(mm)	RETENIDA (gr)	RETENIDA (%)	RETENIDO (%)	PASANTE (%)	MUESTRA	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Temperatura de secado	
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Ambiente	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	CARACTERÍSTICAS	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	% de Grava	9.08
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	% de Arena	47.29
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	% de Fino Nº 200	43.63
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación visual	Arena Arcillosa
3/8"	9.50	22.00	22.00	2.17	97.83		
1/4"	6.350	36.00	36.00	3.65	94.27		
Nº 4	4.750	34.00	34.00	3.36	90.92		
Nº 10	2.000	87.00	194.16	19.17	28.25	PESO DEL MATERIAL	
Nº 20	0.850	18.99	42.38	4.18	32.43	Peso inicial de muestra seca	1013.0
Nº 40	0.425	44.44	99.18	9.79	42.22	Peso de muestra > Nº 4	92.0
Nº 60	0.250	45.00	100.43	9.91	52.14	Peso de muestra < Nº 4	921.0
Nº 140	0.106	9.22	20.58	2.03	54.17	Peso de muestra < Nº 4	921.0
Nº 200	0.075	10.00	22.32	2.20	56.37	Peso de muestra < Nº 4	412.7
Cazoleta		198.03	441.95	43.63	100.00	0.00	
(CURVA GRANULOMETRICA A.S.T.M. D-222)							
							
OBSERVACIONES:							
- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE							
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA Nº 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 963 167 547							
Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados							
Técnico de laboratorio				Jefe de Calidad			
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA				 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217			

	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																																																																															
			Ruc:	20607799068																																																																																														
	STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318 (MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129 / MTC E-110)		Registro de Indecopi:	31095-2023																																																																																														
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL																																																																																																
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante																																																																																														
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancoco																																																																																														
Solicitante:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																																																																																	
DATOS DEL MUESTREO			CÓDIGO REGISTRO																																																																																															
Calicata:	Balsahuayco	Profundidad:	-																																																																																															
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enero 2025																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">LÍMITE LIQUIDO</th> </tr> <tr> <th>TARA N°</th> <th>13</th> <th>71</th> <th>72</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wt+ M.Húmeda (gr)</td> <td>38.87</td> <td>35.48</td> <td>32.08</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M. Seca (gr)</td> <td>30.08</td> <td>27.79</td> <td>25.42</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>8.79</td> <td>7.69</td> <td>6.66</td> </tr> <tr> <td>W tara (gr)</td> <td>6.63</td> <td>6.62</td> <td>6.61</td> </tr> <tr> <td>W M.Seca (gr)</td> <td>23.45</td> <td>21.17</td> <td>18.81</td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>37.48%</td> <td>36.32%</td> <td>35.41%</td> </tr> <tr> <td>N.GOLPES</td> <td>18</td> <td>23</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">LÍMITE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>TARA N°</th> <th>10</th> <th>12</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wt+ M.Húmeda (gr)</td> <td>14.71</td> <td>14.71</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wt+ M. Seca (gr)</td> <td>13.13</td> <td>13.13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>1.58</td> <td>1.58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W tara (gr)</td> <td>6.16</td> <td>6.16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W M.Seca (gr)</td> <td>6.97</td> <td>6.97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>22.67%</td> <td>22.67%</td> <td>22.67%</td> </tr> </tbody> </table>  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURA DE SECADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PREPARACION DE MUESTRA</td> <td>60°C</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>110°C</td> </tr> <tr> <td>AGUA USADA</td> <td>DESTILADA</td> </tr> <tr> <td>POTABLE</td> <td>OTRA</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LIQUIDO (%)</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONDICIONES DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Multipunto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra Humedad</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alterada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					LÍMITE LIQUIDO				TARA N°	13	71	72	Wt+ M.Húmeda (gr)	38.87	35.48	32.08	Wt+ M. Seca (gr)	30.08	27.79	25.42	W agua (gr)	8.79	7.69	6.66	W tara (gr)	6.63	6.62	6.61	W M.Seca (gr)	23.45	21.17	18.81	W(%)	37.48%	36.32%	35.41%	N.GOLPES	18	23	28	LÍMITE PLÁSTICO				TARA N°	10	12	Promedio	Wt+ M.Húmeda (gr)	14.71	14.71		Wt+ M. Seca (gr)	13.13	13.13		W agua (gr)	1.58	1.58		W tara (gr)	6.16	6.16		W M.Seca (gr)	6.97	6.97		W(%)	22.67%	22.67%	22.67%	TEMPERATURA DE SECADO		PREPARACION DE MUESTRA	60°C	CONTENIDO DE HUMEDAD	110°C	AGUA USADA	DESTILADA	POTABLE	OTRA	LÍMITE LIQUIDO (%)	36	LÍMITE PLÁSTICO (%)	23	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13	CONDICIONES DEL ENSAYO		Multipunto		Muestra Humedad		CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		Alterada	
LÍMITE LIQUIDO																																																																																																		
TARA N°	13	71	72																																																																																															
Wt+ M.Húmeda (gr)	38.87	35.48	32.08																																																																																															
Wt+ M. Seca (gr)	30.08	27.79	25.42																																																																																															
W agua (gr)	8.79	7.69	6.66																																																																																															
W tara (gr)	6.63	6.62	6.61																																																																																															
W M.Seca (gr)	23.45	21.17	18.81																																																																																															
W(%)	37.48%	36.32%	35.41%																																																																																															
N.GOLPES	18	23	28																																																																																															
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																		
TARA N°	10	12	Promedio																																																																																															
Wt+ M.Húmeda (gr)	14.71	14.71																																																																																																
Wt+ M. Seca (gr)	13.13	13.13																																																																																																
W agua (gr)	1.58	1.58																																																																																																
W tara (gr)	6.16	6.16																																																																																																
W M.Seca (gr)	6.97	6.97																																																																																																
W(%)	22.67%	22.67%	22.67%																																																																																															
TEMPERATURA DE SECADO																																																																																																		
PREPARACION DE MUESTRA	60°C																																																																																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD	110°C																																																																																																	
AGUA USADA	DESTILADA																																																																																																	
POTABLE	OTRA																																																																																																	
LÍMITE LIQUIDO (%)	36																																																																																																	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23																																																																																																	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13																																																																																																	
CONDICIONES DEL ENSAYO																																																																																																		
Multipunto																																																																																																		
Muestra Humedad																																																																																																		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA																																																																																																		
Alterada																																																																																																		
OBSERVACIONES:		- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																																																																																

DIRECCION: PROLONGACION PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA (01) 963 187 542
 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados

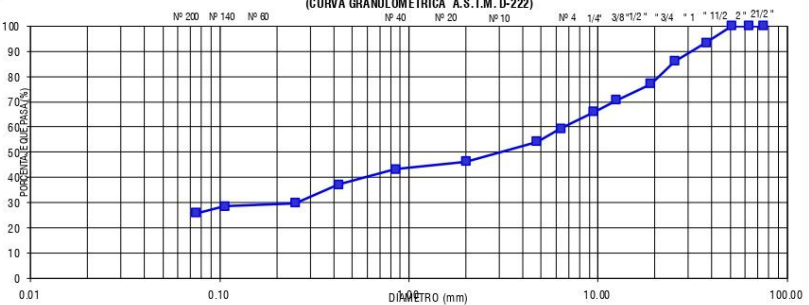
Técnico de laboratorio	Jefe de Calidad
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217

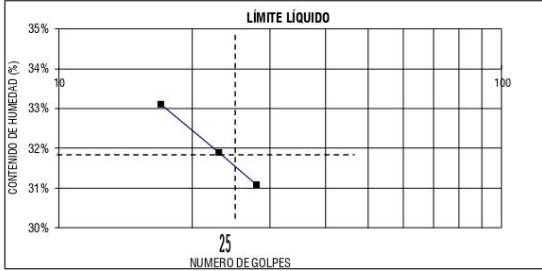
 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																	
			Ruc:	20607799068																																
	STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 (MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127 / MTC E-108		Registro de Indecopi:	31095-2023																																
Dirección			Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																	
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable:	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante																																
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancco																																
Solicitante:	Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																			
DATOS DE LA MUESTRA			CÓDIGO REGISTRO																																	
Calicata:	Balsahuayo	Profundidad:	LTE-CH-2025-018																																	
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:			Enreo 2025																															
<table border="1"> <tr> <td>CALICATA :</td> <td colspan="3">C - 1</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA :</td> <td colspan="3">M - 1</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO :</td> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>W (M.Húmeda) gr</td> <td>134.29</td> <td colspan="2">125.56</td> </tr> <tr> <td>W (M Seca) gr</td> <td>126.55</td> <td colspan="2">118.60</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>7.74</td> <td colspan="2">6.96</td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>6.12%</td> <td colspan="2">5.87%</td> </tr> <tr> <td>W (%) Promedio :</td> <td colspan="3">5.99%</td> </tr> </table>					CALICATA :	C - 1			MUESTRA :	M - 1			ENSAYO :	1	2		W (M.Húmeda) gr	134.29	125.56		W (M Seca) gr	126.55	118.60		W agua (gr)	7.74	6.96		W(%)	6.12%	5.87%		W (%) Promedio :	5.99%		
CALICATA :	C - 1																																			
MUESTRA :	M - 1																																			
ENSAYO :	1	2																																		
W (M.Húmeda) gr	134.29	125.56																																		
W (M Seca) gr	126.55	118.60																																		
W agua (gr)	7.74	6.96																																		
W(%)	6.12%	5.87%																																		
W (%) Promedio :	5.99%																																			
OBSERVACIONES:	- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																			
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 963 167 562 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados																																				
Técnico de laboratorio		Jefe de Calidad																																		
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCCO TEC. LABORATORISTA		 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217																																		

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																																													
			Ruc: 20607799068 Registro de Indecopi: 31095-2023	Dirección Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																																												
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS (ASTM D2487) CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO (ASTM D3282)																																																																
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																																													
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable :	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante																																																												
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancco																																																												
Solicitantes:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																																															
DATOS DE LA MUESTRA			CÓDIGO REGISTRO																																																													
Calicata:	Balsahuayco	Profundidad:	-																																																													
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enreo 2025																																																													
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E-107/ NTP 339.128			LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129 / MTC E-110																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMIZ</th> <th>ACUMULADO PASANTE (%)</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>ABERTURA(mm)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>75.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.50</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.50</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.50</td><td>97.83</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>94.27</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.75</td><td>90.92</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.00</td><td>71.75</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.85</td><td>67.57</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.425</td><td>57.78</td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>47.86</td></tr> <tr><td>Nº 140</td><td>0.106</td><td>45.83</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.075</td><td>43.63</td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ		ACUMULADO PASANTE (%)	Nº	ABERTURA(mm)		3"	75.00	100.00	2 1/2"	63.00	100.00	2"	50.80	100.00	1 1/2"	37.50	100.00	1"	25.40	100.00	3/4"	19.00	100.00	1/2"	12.50	100.00	3/8"	9.50	97.83	1/4"	6.35	94.27	Nº4	4.75	90.92	Nº 10	2.00	71.75	Nº 20	0.85	67.57	Nº 40	0.425	57.78	Nº 60	0.250	47.86	Nº 140	0.106	45.83	Nº 200	0.075	43.63	<table border="1"> <tbody> <tr><td>Limite Líquido (LL)</td><td>36</td></tr> <tr><td>Limite Plástico (LP)</td><td>23</td></tr> <tr><td>Índice Plástico (IP)</td><td>13</td></tr> </tbody> </table>		Limite Líquido (LL)	36	Limite Plástico (LP)	23	Índice Plástico (IP)	13
TAMIZ		ACUMULADO PASANTE (%)																																																														
Nº	ABERTURA(mm)																																																															
3"	75.00	100.00																																																														
2 1/2"	63.00	100.00																																																														
2"	50.80	100.00																																																														
1 1/2"	37.50	100.00																																																														
1"	25.40	100.00																																																														
3/4"	19.00	100.00																																																														
1/2"	12.50	100.00																																																														
3/8"	9.50	97.83																																																														
1/4"	6.35	94.27																																																														
Nº4	4.75	90.92																																																														
Nº 10	2.00	71.75																																																														
Nº 20	0.85	67.57																																																														
Nº 40	0.425	57.78																																																														
Nº 60	0.250	47.86																																																														
Nº 140	0.106	45.83																																																														
Nº 200	0.075	43.63																																																														
Limite Líquido (LL)	36																																																															
Limite Plástico (LP)	23																																																															
Índice Plástico (IP)	13																																																															
<table border="1"> <tbody> <tr><td>D60 =</td><td>-</td><td>D30 =</td><td>-</td></tr> <tr><td>D10 =</td><td>-</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cu =</td><td>-</td><td>Cc =</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>			D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-			Cu =	-	Cc =	-	CLASIFICACIÓN SUCS																																																	
D60 =	-	D30 =	-																																																													
D10 =	-																																																															
Cu =	-	Cc =	-																																																													
			Simbolo del Grupo	SC																																																												
			Nombre del Grupo	Arena Arcillosa Clay sand with																																																												
			CLASIFICACIÓN AASHTO																																																													
			Clasificación del Grupo	A-6																																																												
			Índice del Grupo	2																																																												
			Nombre habitual del material	Suelos limosos Silty soils																																																												
			Substrante	Regular a Deficiente																																																												
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA																																																																
% Grava	9.08	% Grava Gruesa	0.00																																																													
		% Grava Fina	9.08																																																													
% Arena	47.29	% Arena Gruesa	19.17																																																													
		% Arena Media	13.97																																																													
		% Arena Fina	14.15																																																													
% Finos	43.63																																																															
OBSERVACIONES:																																																																
- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																																																
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL. 983 187 542																																																																
Prohibida su ReB2.151 producción Total o Parcial. Derechos Reservados																																																																
Técnico de laboratorio			Jefe de Calidad																																																													
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA			 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217																																																													

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio
	PORTADA	EMS / 2025-018	



		FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D-222 (MÉTODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E-107/ NTP 339.128)		DATOS DE LA EMPRESA		
				Ruc:	20607799068	
				Registro de Indecopi:	31095-2023	
				Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén	
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL		
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"			Ingeniero Responsable :	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca			Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancoco	
Solicitante:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio					
DATOS DE LA MUESTRA				CÓDIGO REGISTRO		
Cantera:	Mochenta	Profundidad:	-		LTE-AG-2025-018	
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enreo 2025			
TAMIZ		MASA	MASA CORREGIDA	MASA RETENIDA (%)	ACUMULADO	ACUMULADO PASANTE (%)
Nº	ABERTURA(mm)	RETENIDA (gr)				
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	168.00	168.00	6.52	6.52	93.48
1"	25.40	190.00	190.00	7.38	13.90	86.10
3/4"	19.00	232.00	232.00	9.01	22.90	77.10
1/2"	12.50	168.00	168.00	6.52	29.43	70.57
3/8"	9.50	119.00	119.00	4.62	34.05	65.95
1/4"	6.350	169.00	169.00	6.56	40.61	59.39
Nº 4	4.750	137.00	137.00	5.32	45.92	54.08
Nº 10	2.000	67.24	203.01	7.88	53.80	46.20
Nº 20	0.850	25.24	76.20	2.96	56.76	43.24
Nº 40	0.425	52.31	157.93	6.13	62.89	37.11
Nº 60	0.250	62.06	187.37	7.27	70.17	29.83
Nº 140	0.106	11.12	33.57	1.30	71.47	28.53
Nº 200	0.075	23.87	72.07	2.80	74.27	25.73
Cazoleta		219.55	662.85	25.73	100.00	0.00
MUESTRA Temperatura de secado: Ambiente CARACTERÍSTICAS % de Grava: 45.92 % de Arena: 28.34 % de Fno Nº 200: 25.73 Clasificación visual: Grava Arcillosa PESO DEL MATERIAL Peso inicial de muestra seca: 2576.0 Peso de muestra > Nº 4: 1183.0 Peso de muestra < Nº 4: 1393.0						
(CURVA GRANULOMETRICA A.S.T.M. D-222) 						
OBSERVACIONES: - NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE						
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA Nº 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 963 167 547 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados						
Técnico de laboratorio				Jefe de Calidad		
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC LABORATORISTA				 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217		

	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																																																																																			
			Ruc:	20607799068																																																																																																		
	STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318 (MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129 / MTC E-110)		Registro de Indecopi:	31095-2023																																																																																																		
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL																																																																																																				
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable :	Ing. Daniel Chura Bustamante																																																																																																		
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancoco																																																																																																		
Solicitante:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																																																																																					
DATOS DEL MUESTREO			CÓDIGO REGISTRO																																																																																																			
Calicata:	Mochenta	Profundidad:	-																																																																																																			
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enero 2025																																																																																																			
<table border="1" style="width: 48%;"> <thead> <tr> <th colspan="4">LÍMITE LIQUIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARA N°</td> <td>22</td> <td>71</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M.Húmeda (gr)</td> <td>34.60</td> <td>31.30</td> <td>28.09</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M. Seca (gr)</td> <td>27.92</td> <td>25.60</td> <td>23.26</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>6.68</td> <td>5.70</td> <td>4.83</td> </tr> <tr> <td>W tara (gr)</td> <td>7.74</td> <td>7.73</td> <td>7.72</td> </tr> <tr> <td>W M.Seca (gr)</td> <td>20.18</td> <td>17.87</td> <td>15.54</td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>33.10%</td> <td>31.90%</td> <td>31.08%</td> </tr> <tr> <td>N.GOLPES</td> <td>17</td> <td>23</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 48%;"> <thead> <tr> <th colspan="4">LÍMITE PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARA N°</td> <td>13</td> <td>18</td> <td>Promedio</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M.Húmeda (gr)</td> <td>15.38</td> <td>15.38</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wt+ M. Seca (gr)</td> <td>13.76</td> <td>13.76</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>1.62</td> <td>1.62</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W tara (gr)</td> <td>6.63</td> <td>6.63</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W M.Seca (gr)</td> <td>7.13</td> <td>7.13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>22.72%</td> <td>22.72%</td> <td>22.72%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURA DE SECADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PREPARACIÓN DE MUESTRA</td> <td>60°C 110° C</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>60°C 110° C</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">AGUA USADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESTILADA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>POTABLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OTRA</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LIQUIDO (%)</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONDICIONES DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Multipunto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra Humedad</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alterada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>  LÍMITE LIQUIDO 25 100 NÚMERO DE GOLPES					LÍMITE LIQUIDO				TARA N°	22	71	72	Wt+ M.Húmeda (gr)	34.60	31.30	28.09	Wt+ M. Seca (gr)	27.92	25.60	23.26	W agua (gr)	6.68	5.70	4.83	W tara (gr)	7.74	7.73	7.72	W M.Seca (gr)	20.18	17.87	15.54	W(%)	33.10%	31.90%	31.08%	N.GOLPES	17	23	28	LÍMITE PLASTICO				TARA N°	13	18	Promedio	Wt+ M.Húmeda (gr)	15.38	15.38		Wt+ M. Seca (gr)	13.76	13.76		W agua (gr)	1.62	1.62		W tara (gr)	6.63	6.63		W M.Seca (gr)	7.13	7.13		W(%)	22.72%	22.72%	22.72%	TEMPERATURA DE SECADO		PREPARACIÓN DE MUESTRA	60°C 110° C	CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C	AGUA USADA		DESTILADA		POTABLE		OTRA		LÍMITE LIQUIDO (%)	32	LÍMITE PLÁSTICO (%)	23	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9	CONDICIONES DEL ENSAYO		Multipunto		Muestra Humedad		CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		Alterada	
LÍMITE LIQUIDO																																																																																																						
TARA N°	22	71	72																																																																																																			
Wt+ M.Húmeda (gr)	34.60	31.30	28.09																																																																																																			
Wt+ M. Seca (gr)	27.92	25.60	23.26																																																																																																			
W agua (gr)	6.68	5.70	4.83																																																																																																			
W tara (gr)	7.74	7.73	7.72																																																																																																			
W M.Seca (gr)	20.18	17.87	15.54																																																																																																			
W(%)	33.10%	31.90%	31.08%																																																																																																			
N.GOLPES	17	23	28																																																																																																			
LÍMITE PLASTICO																																																																																																						
TARA N°	13	18	Promedio																																																																																																			
Wt+ M.Húmeda (gr)	15.38	15.38																																																																																																				
Wt+ M. Seca (gr)	13.76	13.76																																																																																																				
W agua (gr)	1.62	1.62																																																																																																				
W tara (gr)	6.63	6.63																																																																																																				
W M.Seca (gr)	7.13	7.13																																																																																																				
W(%)	22.72%	22.72%	22.72%																																																																																																			
TEMPERATURA DE SECADO																																																																																																						
PREPARACIÓN DE MUESTRA	60°C 110° C																																																																																																					
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C																																																																																																					
AGUA USADA																																																																																																						
DESTILADA																																																																																																						
POTABLE																																																																																																						
OTRA																																																																																																						
LÍMITE LIQUIDO (%)	32																																																																																																					
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23																																																																																																					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9																																																																																																					
CONDICIONES DEL ENSAYO																																																																																																						
Multipunto																																																																																																						
Muestra Humedad																																																																																																						
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA																																																																																																						
Alterada																																																																																																						

OBSERVACIONES:	- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO.
	- LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE

DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE, JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL. 963 167 342

Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados

Técnico de laboratorio	Jefe de Calidad
 LTE LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA	 LTE LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217

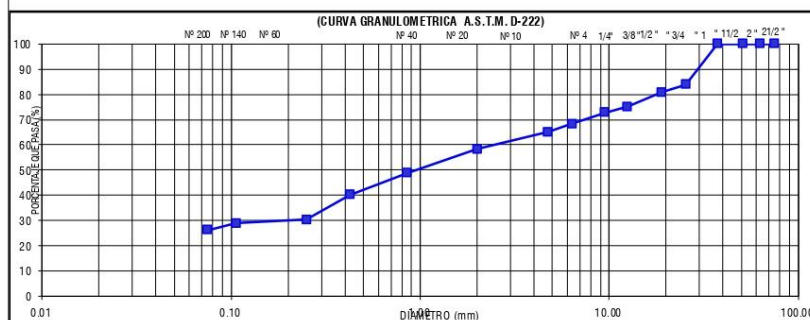
 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																	
			Ruc:	20607799068																																
	STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 (MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127 / MTC E-108		Registro de Indecopi:	31095-2023																																
Dirección			Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																	
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable:	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante																																
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancco																																
Solicitante:	Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																			
DATOS DE LA MUESTRA			CÓDIGO REGISTRO																																	
Calicata:	Mochenta	Profundidad:	LTE-CH-2025-018																																	
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:			Enreo 2025																															
<table border="1"> <tr> <td>CALICATA :</td> <td colspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA :</td> <td colspan="3">M - 1</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO :</td> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>W (M.Húmeda) gr</td> <td>220.16</td> <td colspan="2">215.00</td> </tr> <tr> <td>W (M Seca) gr</td> <td>198.71</td> <td colspan="2">196.26</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>21.45</td> <td colspan="2">18.74</td> </tr> <tr> <td>W (%)</td> <td>10.79%</td> <td colspan="2">9.55%</td> </tr> <tr> <td>W (%) Promedio :</td> <td colspan="3">10.17%</td> </tr> </table>					CALICATA :	-			MUESTRA :	M - 1			ENSAYO :	1	2		W (M.Húmeda) gr	220.16	215.00		W (M Seca) gr	198.71	196.26		W agua (gr)	21.45	18.74		W (%)	10.79%	9.55%		W (%) Promedio :	10.17%		
CALICATA :	-																																			
MUESTRA :	M - 1																																			
ENSAYO :	1	2																																		
W (M.Húmeda) gr	220.16	215.00																																		
W (M Seca) gr	198.71	196.26																																		
W agua (gr)	21.45	18.74																																		
W (%)	10.79%	9.55%																																		
W (%) Promedio :	10.17%																																			
OBSERVACIONES:	- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																			
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 963 167 567 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados																																				
Técnico de laboratorio		Jefe de Calidad																																		
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCCO TEC. LABORATORISTA		 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217																																		

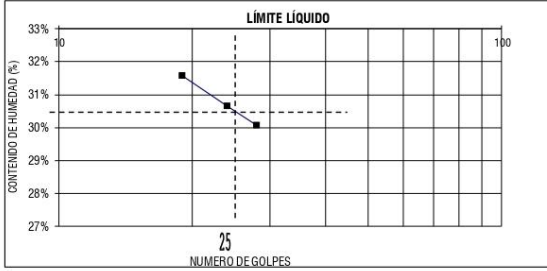
 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																																																						
			Ruc: 20607799068 Registro de Indecopi: 31095-2023	Dirección: Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																																																					
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS (ASTM D2487) CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO (ASTM D3282)																																																																									
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																																																						
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable:	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante																																																																					
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancoco																																																																					
Solicitantes:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																																																								
DATOS DE LA MUESTRA			CÓDIGO REGISTRO																																																																						
Calicata:	Mochenta	Profundidad:	-																																																																						
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enreo 2025																																																																						
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E-107/ NTP 339.128			LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129 / MTC E-110																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMIZ</th> <th>ACUMULADO PASANTE (%)</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>ABERTURA(mm)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>75.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.50</td><td>93.48</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>86.10</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td>77.10</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.50</td><td>70.57</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.50</td><td>65.95</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>59.39</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.75</td><td>54.08</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.00</td><td>46.20</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.85</td><td>43.24</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.425</td><td>37.11</td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>29.83</td></tr> <tr><td>Nº 140</td><td>0.106</td><td>28.53</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.075</td><td>25.73</td></tr> <tr><td colspan="2">D60 =</td><td>D30 =</td></tr> <tr><td colspan="2">D10 =</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Cu =</td><td>Cc =</td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ		ACUMULADO PASANTE (%)	Nº	ABERTURA(mm)		3"	75.00	100.00	2 1/2"	63.00	100.00	2"	50.80	100.00	1 1/2"	37.50	93.48	1"	25.40	86.10	3/4"	19.00	77.10	1/2"	12.50	70.57	3/8"	9.50	65.95	1/4"	6.35	59.39	Nº4	4.75	54.08	Nº 10	2.00	46.20	Nº 20	0.85	43.24	Nº 40	0.425	37.11	Nº 60	0.250	29.83	Nº 140	0.106	28.53	Nº 200	0.075	25.73	D60 =		D30 =	D10 =			Cu =		Cc =	<table border="1"> <tbody> <tr><td>Limite Líquido (LL)</td><td>32</td></tr> <tr><td>Limite Plástico (LP)</td><td>23</td></tr> <tr><td>Índice Plástico (IP)</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>		Limite Líquido (LL)	32	Limite Plástico (LP)	23	Índice Plástico (IP)	9
TAMIZ		ACUMULADO PASANTE (%)																																																																							
Nº	ABERTURA(mm)																																																																								
3"	75.00	100.00																																																																							
2 1/2"	63.00	100.00																																																																							
2"	50.80	100.00																																																																							
1 1/2"	37.50	93.48																																																																							
1"	25.40	86.10																																																																							
3/4"	19.00	77.10																																																																							
1/2"	12.50	70.57																																																																							
3/8"	9.50	65.95																																																																							
1/4"	6.35	59.39																																																																							
Nº4	4.75	54.08																																																																							
Nº 10	2.00	46.20																																																																							
Nº 20	0.85	43.24																																																																							
Nº 40	0.425	37.11																																																																							
Nº 60	0.250	29.83																																																																							
Nº 140	0.106	28.53																																																																							
Nº 200	0.075	25.73																																																																							
D60 =		D30 =																																																																							
D10 =																																																																									
Cu =		Cc =																																																																							
Limite Líquido (LL)	32																																																																								
Limite Plástico (LP)	23																																																																								
Índice Plástico (IP)	9																																																																								
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			CLASIFICACIÓN SUCS																																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>% Grava</td> <td>45.92</td> <td>% Grava Gruesa</td> <td>22.90</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>% Grava Fina</td> <td>23.02</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>28.34</td> <td>% Arena Gruesa</td> <td>7.88</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>% Arena Media</td> <td>9.09</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>% Arena Fina</td> <td>11.37</td> </tr> <tr> <td>% Finos</td> <td>25.73</td> <td></td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	% Grava	45.92	% Grava Gruesa	22.90			% Grava Fina	23.02	% Arena	28.34	% Arena Gruesa	7.88			% Arena Media	9.09			% Arena Fina	11.37	% Finos	25.73		-	<table border="1"> <tbody> <tr><td>Simbolo del Grupo</td><td>GC</td></tr> <tr><td>Nombre del Grupo</td><td>Grava Arcillosa</td></tr> <tr><td></td><td>Clayey Gravel</td></tr> </tbody> </table>		Simbolo del Grupo	GC	Nombre del Grupo	Grava Arcillosa		Clayey Gravel																																									
% Grava	45.92	% Grava Gruesa	22.90																																																																						
		% Grava Fina	23.02																																																																						
% Arena	28.34	% Arena Gruesa	7.88																																																																						
		% Arena Media	9.09																																																																						
		% Arena Fina	11.37																																																																						
% Finos	25.73		-																																																																						
Simbolo del Grupo	GC																																																																								
Nombre del Grupo	Grava Arcillosa																																																																								
	Clayey Gravel																																																																								
			CLASIFICACIÓN AASHTO																																																																						
			Clasificación del Grupo	A-2-4																																																																					
			Índice del Grupo	0																																																																					
			Nombre habitual del material	Grava Arcillosa Clayey Gravel																																																																					
			Substrante	Excelente a bueno																																																																					
OBSERVACIONES:																																																																									
- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																																																									
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL. 953 167 542																																																																									
Prohibida su ReB2.151 producción Total o Parcial. Derechos Reservados																																																																									
Técnico de laboratorio			Jefe de Calidad																																																																						
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA			 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217																																																																						

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio
	PORTADA	EMS / 2025-018	



	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS				DATOS DE LA EMPRESA	
					Ruc: 2060779008	Registro de Indecopi: 31096-2023
	STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D-222 (MÉTODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E-107/ NTP 339.128)				Dirección: Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén	
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL	
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"				Ingeniero Responsable :	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca				Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancoco
Solicitante:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio					
DATOS DE LA MUESTRA					CODIGO REGISTRO	
Cantera:	HUITO	Profundidad:	-		LTE-AG-2025-018	
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enero 2025			
TAMIZ		MASA	MASA	MASA	ACUMULADO	ACUMULADO
Nº	ABERTURA(mm)	RETENIDA (gr)	CORREGIDA (gr)	RETENIDA (%)	RETENIDO (%)	PASANTE (%)
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	306.00	306.00	16.03	16.03	83.97
3/4"	19.00	60.00	60.00	3.14	19.17	80.83
1/2"	12.50	108.00	108.00	5.66	24.83	75.17
3/8"	9.50	46.00	46.00	2.41	27.24	72.76
1/4"	6.350	86.00	86.00	4.50	31.74	68.26
Nº 4	4.750	62.00	62.00	3.25	34.99	65.01
Nº 10	2.000	41.89	129.93	6.81	41.80	58.20
Nº 20	0.850	58.22	180.58	9.46	51.26	48.74
Nº 40	0.425	53.17	164.92	8.64	59.90	40.10
Nº 60	0.250	60.56	187.84	9.84	69.74	30.26
Nº 140	0.106	9.00	27.92	1.46	71.20	28.80
Nº 200	0.075	15.86	49.19	2.58	73.78	26.22
Cazoleta		161.40	500.62	26.22	100.00	0.00
MUESTRA						
					Temperatura de secado	Ambiente
CARACTERISTICAS						
					% de Grava	34.99
					% de Arena	38.78
					% de Fino Nº 200	26.22
					Clasificación visual	Arena Arcillosa
PESO DEL MATERIAL						
					Peso inicial de muestra seca	1909.0
					Peso de muestra > Nº 4	668.0
					Peso de muestra < Nº 4	1241.0
Observaciones:						
- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE						
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA Nº 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 063 197 647						
Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados						
Técnico de laboratorio				Jefe de Calidad		
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC LABORATORISTA				 JOUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217		



	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																																																																															
			Ruc:	20607799068																																																																																														
	STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318 (MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129 / MTC E-110)		Registro de Indecopi:	31095-2023																																																																																														
		Dirección	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																																																																															
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																																																																															
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante																																																																																														
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancoco																																																																																														
Solicitante:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																																																																																	
DATOS DEL MUESTREO			CÓDIGO REGISTRO																																																																																															
Calicata:	HUITO	Profundidad:	-																																																																																															
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enreo 2025																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">LÍMITE LIQUIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARA N°</td> <td>20</td> <td>71</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M.Húmeda (gr)</td> <td>33.95</td> <td>30.78</td> <td>27.60</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M. Seca (gr)</td> <td>27.83</td> <td>25.54</td> <td>23.17</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>6.12</td> <td>5.24</td> <td>4.43</td> </tr> <tr> <td>W tara (gr)</td> <td>8.45</td> <td>8.44</td> <td>8.43</td> </tr> <tr> <td>W M.Seca (gr)</td> <td>19.38</td> <td>17.10</td> <td>14.74</td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>31.58%</td> <td>30.64%</td> <td>30.05%</td> </tr> <tr> <td>N.GOLPES</td> <td>19</td> <td>24</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">LÍMITE PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARA N°</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>Promedio</td> </tr> <tr> <td>Wt+ M.Húmeda (gr)</td> <td>15.56</td> <td>15.56</td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Wt+ M. Seca (gr)</td> <td>14.03</td> <td>14.03</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>1.53</td> <td>1.53</td> </tr> <tr> <td>W tara (gr)</td> <td>6.62</td> <td>6.62</td> </tr> <tr> <td>W M.Seca (gr)</td> <td>7.41</td> <td>7.41</td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>20.65%</td> <td>20.65%</td> <td>20.65%</td> </tr> </tbody> </table>  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURA DE SECADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PREPARACION DE MUESTRA</td> <td>60°C 110° C</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>60°C 110° C</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">AGUA USADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESTILADA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>POTABLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OTRA</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LIQUIDO (%)</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONDICIONES DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Multipunto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra Humedad</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alterada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					LÍMITE LIQUIDO				TARA N°	20	71	72	Wt+ M.Húmeda (gr)	33.95	30.78	27.60	Wt+ M. Seca (gr)	27.83	25.54	23.17	W agua (gr)	6.12	5.24	4.43	W tara (gr)	8.45	8.44	8.43	W M.Seca (gr)	19.38	17.10	14.74	W(%)	31.58%	30.64%	30.05%	N.GOLPES	19	24	28	LÍMITE PLASTICO				TARA N°	18	19	Promedio	Wt+ M.Húmeda (gr)	15.56	15.56		Wt+ M. Seca (gr)	14.03	14.03	W agua (gr)	1.53	1.53	W tara (gr)	6.62	6.62	W M.Seca (gr)	7.41	7.41	W(%)	20.65%	20.65%	20.65%	TEMPERATURA DE SECADO		PREPARACION DE MUESTRA	60°C 110° C	CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C	AGUA USADA		DESTILADA		POTABLE		OTRA		LÍMITE LIQUIDO (%)	31	LÍMITE PLÁSTICO (%)	21	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10	CONDICIONES DEL ENSAYO		Multipunto		Muestra Humedad		CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		Alterada	
LÍMITE LIQUIDO																																																																																																		
TARA N°	20	71	72																																																																																															
Wt+ M.Húmeda (gr)	33.95	30.78	27.60																																																																																															
Wt+ M. Seca (gr)	27.83	25.54	23.17																																																																																															
W agua (gr)	6.12	5.24	4.43																																																																																															
W tara (gr)	8.45	8.44	8.43																																																																																															
W M.Seca (gr)	19.38	17.10	14.74																																																																																															
W(%)	31.58%	30.64%	30.05%																																																																																															
N.GOLPES	19	24	28																																																																																															
LÍMITE PLASTICO																																																																																																		
TARA N°	18	19	Promedio																																																																																															
Wt+ M.Húmeda (gr)	15.56	15.56																																																																																																
Wt+ M. Seca (gr)	14.03	14.03																																																																																																
W agua (gr)	1.53	1.53																																																																																																
W tara (gr)	6.62	6.62																																																																																																
W M.Seca (gr)	7.41	7.41																																																																																																
W(%)	20.65%	20.65%	20.65%																																																																																															
TEMPERATURA DE SECADO																																																																																																		
PREPARACION DE MUESTRA	60°C 110° C																																																																																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C																																																																																																	
AGUA USADA																																																																																																		
DESTILADA																																																																																																		
POTABLE																																																																																																		
OTRA																																																																																																		
LÍMITE LIQUIDO (%)	31																																																																																																	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	21																																																																																																	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10																																																																																																	
CONDICIONES DEL ENSAYO																																																																																																		
Multipunto																																																																																																		
Muestra Humedad																																																																																																		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA																																																																																																		
Alterada																																																																																																		
OBSERVACIONES:		- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																																																																																

DIRECCION: PROLONGACION PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 963 167 542	
Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados	
Técnico de laboratorio  FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC LABORATORISTA	Jefe de Calidad  JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																	
			Ruc:	20607799068																																
		Registro de Indecopi:	31095-2023																																	
		Dirección	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																	
		STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 (MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127 / MTC E-108)																																		
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																	
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable :	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante																																
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancco																																
Solicitante:	Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																			
DATOS DE LA MUESTRA			CÓDIGO REGISTRO																																	
Calicata:	HUITO	Profundidad:	-																																	
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enreo 2025																																	
<table border="1"> <tr> <td>CALICATA :</td> <td colspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA :</td> <td colspan="3">M - 1</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO :</td> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>W (M.Húmeda) gr</td> <td>250.23</td> <td colspan="2">260.45</td> </tr> <tr> <td>W (M Seca) gr</td> <td>220.15</td> <td colspan="2">228.20</td> </tr> <tr> <td>W agua (gr)</td> <td>30.08</td> <td colspan="2">32.25</td> </tr> <tr> <td>W(%)</td> <td>13.66%</td> <td colspan="2">14.13%</td> </tr> <tr> <td>W (%) Promedio :</td> <td colspan="3">13.90%</td> </tr> </table>					CALICATA :	-			MUESTRA :	M - 1			ENSAYO :	1	2		W (M.Húmeda) gr	250.23	260.45		W (M Seca) gr	220.15	228.20		W agua (gr)	30.08	32.25		W(%)	13.66%	14.13%		W (%) Promedio :	13.90%		
CALICATA :	-																																			
MUESTRA :	M - 1																																			
ENSAYO :	1	2																																		
W (M.Húmeda) gr	250.23	260.45																																		
W (M Seca) gr	220.15	228.20																																		
W agua (gr)	30.08	32.25																																		
W(%)	13.66%	14.13%																																		
W (%) Promedio :	13.90%																																			
OBSERVACIONES:	- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																			
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL: 963 167 567																																				
Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados																																				
Técnico de laboratorio		Jefe de Calidad																																		
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA		 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217																																		

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	FORMATO DE MECÁNICA DE SUELOS		DATOS DE LA EMPRESA																																																													
			Ruc: 20607799068 Registro de Indecopi: 31095-2023	Dirección: Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén																																																												
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS (ASTM D2487) CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO (ASTM D3282)																																																																
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL																																																													
Proyecto:	TESIS "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Ingeniero Responsable:	Ing. Juan Daniel Chura Bustamante																																																												
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca		Técnico de Laboratorio:	Tec. Florencio Chura Huancco																																																												
Solicitantes:	Bach. Calle Alejandra Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio																																																															
DATOS DE LA MUESTRA			CÓDIGO REGISTRO																																																													
Calicata:	HUITO	Profundidad:	-																																																													
Muestra:	M-1	Fecha de Ensayo:	Enero 2025																																																													
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E-107/ NTP 339.128			LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129 / MTC E-110																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMIZ</th> <th>ACUMULADO PASANTE (%)</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>ABERTURA(mm)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>75.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.50</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>83.97</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td>80.83</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.50</td><td>75.17</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.50</td><td>72.76</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>68.26</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.75</td><td>65.01</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.00</td><td>58.20</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.85</td><td>48.74</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.425</td><td>40.10</td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>30.26</td></tr> <tr><td>Nº 140</td><td>0.106</td><td>28.80</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.075</td><td>26.22</td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ		ACUMULADO PASANTE (%)	Nº	ABERTURA(mm)		3"	75.00	100.00	2 1/2"	63.00	100.00	2"	50.80	100.00	1 1/2"	37.50	100.00	1"	25.40	83.97	3/4"	19.00	80.83	1/2"	12.50	75.17	3/8"	9.50	72.76	1/4"	6.35	68.26	Nº4	4.75	65.01	Nº 10	2.00	58.20	Nº 20	0.85	48.74	Nº 40	0.425	40.10	Nº 60	0.250	30.26	Nº 140	0.106	28.80	Nº 200	0.075	26.22	<table border="1"> <tbody> <tr><td>Limite Líquido (LL)</td><td>31</td></tr> <tr><td>Limite Plástico (LP)</td><td>21</td></tr> <tr><td>Índice Plástico (IP)</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>		Limite Líquido (LL)	31	Limite Plástico (LP)	21	Índice Plástico (IP)	10
TAMIZ		ACUMULADO PASANTE (%)																																																														
Nº	ABERTURA(mm)																																																															
3"	75.00	100.00																																																														
2 1/2"	63.00	100.00																																																														
2"	50.80	100.00																																																														
1 1/2"	37.50	100.00																																																														
1"	25.40	83.97																																																														
3/4"	19.00	80.83																																																														
1/2"	12.50	75.17																																																														
3/8"	9.50	72.76																																																														
1/4"	6.35	68.26																																																														
Nº4	4.75	65.01																																																														
Nº 10	2.00	58.20																																																														
Nº 20	0.85	48.74																																																														
Nº 40	0.425	40.10																																																														
Nº 60	0.250	30.26																																																														
Nº 140	0.106	28.80																																																														
Nº 200	0.075	26.22																																																														
Limite Líquido (LL)	31																																																															
Limite Plástico (LP)	21																																																															
Índice Plástico (IP)	10																																																															
<table border="1"> <tbody> <tr><td>D60 =</td><td>-</td><td>D30 =</td><td>-</td></tr> <tr><td>D10 =</td><td>-</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cu =</td><td>-</td><td>Cc =</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>			D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-			Cu =	-	Cc =	-	CLASIFICACIÓN SUCS																																																	
D60 =	-	D30 =	-																																																													
D10 =	-																																																															
Cu =	-	Cc =	-																																																													
			Simbolo del Grupo	SC																																																												
			Nombre del Grupo	Arena Arcillosa Clay Sand																																																												
			CLASIFICACIÓN AASHTO																																																													
			Clasificación del Grupo	A-2-4																																																												
			Índice del Grupo	0																																																												
			Nombre habitual del material	Grava Arcillosa Clayey Gravel																																																												
			Substrante	Excelente a bueno																																																												
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA																																																																
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>% Grava</td> <td>34.99</td> <td>% Grava Gruesa</td> <td>19.17</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>% Grava Fina</td> <td>15.82</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>38.78</td> <td>% Arena Gruesa</td> <td>6.81</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>% Arena Media</td> <td>18.10</td> </tr> <tr> <td>% Finos</td> <td>26.22</td> <td>% Arena Fina</td> <td>13.88</td> </tr> </tbody> </table>					% Grava	34.99	% Grava Gruesa	19.17			% Grava Fina	15.82	% Arena	38.78	% Arena Gruesa	6.81			% Arena Media	18.10	% Finos	26.22	% Arena Fina	13.88																																								
% Grava	34.99	% Grava Gruesa	19.17																																																													
		% Grava Fina	15.82																																																													
% Arena	38.78	% Arena Gruesa	6.81																																																													
		% Arena Media	18.10																																																													
% Finos	26.22	% Arena Fina	13.88																																																													
OBSERVACIONES:																																																																
- NO SE ENCONTRARON MATERIALES AJENOS AL SUELO ENSAYADO. - LA MUESTRA HA SIDO ALCANZADA POR EL SOLICITANTE																																																																
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL 953 167 542																																																																
Prohibida su ReB2:151 producción Total o Parcial. Derechos Reservados																																																																
Técnico de laboratorio			Jefe de Calidad																																																													
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO T.E.C. LABORATORISTA			 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217																																																													

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	TESIS: " USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"		Bach. Calle Alejandria Danner y Bach. Sánchez Fernández Julio
	PORTADA	EMS / 2025-018	



RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE

Laboratorio de Transportes y Edificaciones

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Ruc:	20607799068	
								Registro de Indecopi:	31095-2023	
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRÍA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
Patrón	28/05/2025	25/06/2025	28	9.30	9.40	9.70	10.10	1029.90	11.78	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.30	9.00	9.70	989.11	11.20	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.30	9.00	10.00	9.50	968.72	11.57	
	28/05/2025	25/06/2025	28	10.00	8.90	9.10	10.40	1060.49	11.92	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.80	9.50	9.00	8.70	887.14	9.53	
	28/05/2025	25/06/2025	28	10.00	9.20	9.00	9.40	958.52	10.42	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Testistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL. 963 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio						Jefe de Calidad				
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA						 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217				

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Ruc:	20607799068	
								Registro de Indecopi:	31095-2023	
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRIA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
1% de PET + 1% de cenizas de cascarilla de café	28/05/2025	25/06/2025	28	9.00	9.80	9.20	11.50	1172.66	13.30	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.20	8.00	8.60	11.00	1121.67	15.24	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.70	9.10	10.00	10.60	1080.88	12.25	
	28/05/2025	25/06/2025	28	8.90	9.60	9.30	12.60	1284.82	15.04	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.30	9.30	11.00	1121.67	12.70	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.60	9.00	9.20	11.60	1182.85	13.69	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Testistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL 963 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio						Jefe de Calidad				
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCOCO TLC LABORATORISTA						 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217				

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Ruc:	20607799068	
								Registro de Indecopi:	31095-2023	
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRÍA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
1% de PET + 2.5% de cenizas de cascarrilla de café	28/05/2025	25/06/2025	28	8.70	10.00	9.30	14.50	1478.57	17.00	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	10.00	8.60	9.40	13.00	1325.61	15.41	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.30	9.00	13.20	1346.00	15.23	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.30	9.50	13.80	1407.19	15.93	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.80	9.90	9.40	14.00	1427.58	14.71	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.30	9.50	8.70	11.90	1213.44	13.73	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Testistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL 963 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio						Jefe de Calidad				
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCOCO TÉC. LABORATORISTA						 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217				

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Ruc:	20607799068	
								Registro de Indecopi:	31095-2023	
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRIA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
3% de PET + 1% de cenizas de cascarilla de café	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.10	9.40	12.00	1223.64	14.15	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.00	9.70	9.50	10.60	1080.88	12.38	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.40	8.70	8.50	12.30	1254.23	15.34	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	8.50	8.20	10.40	1060.49	13.13	
	28/05/2025	25/06/2025	28	8.70	9.00	8.60	11.60	1182.85	15.11	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.80	9.30	9.70	10.50	1070.69	11.75	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Testistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL 963 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio						Jefe de Calidad				
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC LABORATORISTA						 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217				

	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Rue:	2060779068	
							Registro de Indecopi:	31095-2023		
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRÍA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
3% de PET + 2.5% de cenizas de cascarrilla de café	28/05/2025	25/06/2025	28	9.60	9.00	9.80	11.00	1121.67	12.98	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	10.00	9.40	9.10	10.20	1040.09	11.06	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.60	9.30	8.70	11.60	1182.85	13.25	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.70	9.00	9.50	10.70	1091.08	12.50	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.40	8.70	10.40	1060.49	11.88	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.70	9.40	9.90	11.40	1162.46	12.75	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Testistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos										
ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA TEL. 983 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio					Jefe de Calidad					
 FLORENCIO CHURA HUANCOCO TEC. LABORATORISTA					 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217					

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Ruc:	20607799068	
								Registro de Indecopi:	31095-2023	
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRÍA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
5% de PET + 1% de cenizas de cascarilla de café	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.10	8.50	9.70	989.11	11.44	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.60	8.50	9.30	9.00	917.73	11.25	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.40	9.40	9.00	9.60	978.91	11.08	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.70	9.20	9.40	11.10	1131.87	12.68	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.60	9.00	9.50	9.60	978.91	11.33	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.50	9.10	9.60	10.30	1050.29	12.15	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Tesisistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL 963 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio						Jefe de Calidad				
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCOCO TÉC. LABORATORISTA						 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217				

 Laboratorio de Transportes y Edificaciones	LTE - FORMATO DE CONCRETO							DATOS DE LA EMPRESA		
	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C-39 / NTP 339.034							Ruc:	20607799068	
								Registro de Indecopi:	31095-2023	
							Dirección:	Prolongación Pedro Cornejo Neyra 420 - Jaén		
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL			
Proyecto:	TESIS: "USO DE PLÁSTICO PET Y CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE"							Responsable:	Ing. Daniel Chura Bustamante	
Ubicación:	Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.							Técnico:	Tec. Florencio Chura Huancco	
Solicitante:	DANNER CALLE ALEJANDRIA Y JULIO CÉSAR SÁNCHEZ FERNÁNDEZ							Código:	LTE-RC-2025-018	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Lectura del ensayo (KN)	Lectura del ensayo (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia según norma (kg/cm ²)
5% de PET + 2.5% de cenizas de cascarilla de café	28/05/2025	25/06/2025	28	9.00	9.10	8.40	7.50	764.78	9.34	10.2
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.30	9.50	8.20	8.00	815.76	9.23	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.10	9.50	8.60	7.20	734.18	8.49	
	28/05/2025	25/06/2025	28	8.40	9.30	9.00	7.50	764.78	9.79	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.20	9.60	8.60	8.10	825.96	9.35	
	28/05/2025	25/06/2025	28	9.40	8.60	8.40	7.90	805.56	9.96	
OBSERVACIONES: - El ensayo se realizó en presencia de los Testistas - El laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por lo tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho ensayo - Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos ESPECIFICACIONES: - Los ensayos se realizaron según la normativa E0 80										
DIRECCIÓN: PROLONGACIÓN PEDRO CORNEJO NEYRA N° 420, NUEVO HORIZONTE - JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA CEL 963 167 542 Prohibida su Reproducción Total o Parcial. Derechos Reservados										
Técnico de laboratorio						Jefe de Calidad				
 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES FLORENCIO CHURA HUANCCO TÉC. LABORATORISTA						 LABORATORIO DE TRANSPORTES Y EDIFICACIONES JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL CIP: 237217				

Anexo I

Certificados de Calibración

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TEST SIEVE CERTIFICATED			
			
Manufactured by PINZUAR CONFORME CON LA NORMA ACCORDING TO STANDARD ASTM E11			
	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	50,29	50,36	mm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	50,59	50,76	mm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	0,22	0,27	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,96	4,96	mm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	5,00	5,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	5,00	5,00	N.A.
MALLA No. MESH No.	2"		
SERIE No. SERIAL No.	96578		
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56 µm		
FECHA DATE	2023 / 03 / 10	FIRMA SIGN	
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO			
Planta: Km 2 vía Puente Piedra Parque Industrial San Isidro Bodega C1 Madrid, Cund. Tel.: (57 1) 745 4555 www.pinzuar.com.co			
			

AC-P-11-F-02 Rev 4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ACCORDING TO STANDARD
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	37,48	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	38,19	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,49	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	90389	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm
FECHA DATE	2022 / 03 / 18	FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATE**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	24,94	24,95	mm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	25,11	25,29	mm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	0,11	0,16	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,49	3,50	mm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	20,00	20,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	20,00	20,00	N.A.

MALLA No.
MESH No.

1"

SERIE No.
SERIAL No.

94703

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

± 10,55 µm

FECHA
DATE

2022 / 11 / 02

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:

Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	19,17	19,15	mm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	19,43	19,27	mm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	0,09	0,10	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,97	2,96	mm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	15,00	15,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	15,00	15,00	N.A.
MALLA No. MESH No.	¾"		
SERIE No. SERIAL No.	97514		
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm	
FECHA DATE	2023 / 04 / 26	FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO 12,50 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 12,67 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,49 mm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. ½"
MESH No.

SERIE No. 90707
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 / 03 / 30
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:

Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.

Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**
CONFORME CON LA NORMA
ACCORDING TO STANDARD
ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	9,59	9,63	mm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	9,78	9,88	mm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	0,11	0,15	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,20	2,17	mm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	15,00	15,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	15,00	15,00	N.A.
MALLA No. MESH No.	3/8"		
SERIE No. SERIAL No.	96825		
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm	
FECHA DATE	2023 / 03 / 23.	FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	6,33	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	6,40	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,06	mm
MALLA No. MESH No.	¼"	
SERIE No. SERIAL No.	86045	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2021 / 09 / 25	FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**
CONFORME CON LA NORMA
ACCORDING TO STANDARD
ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	4,85	4,71	mm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	5,08	4,89	mm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	0,15	0,07	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,50	1,53	mm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	15,00	15,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	15,00	15,00	N.A.
MALLA No. MESH No.	4		
SERIE No. SERIAL No.	97548		
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55 µm		
FECHA DATE	2023 / 04 / 26	FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR.
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	2057,16	2051,88	µm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	2199,39	2142,52	µm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	73,85	30,66	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	921,55	920,56	µm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	25,00	25,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	25,00	25,00	N.A.

MALLA No. 10
MESH No.

SERIE No. 96719
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 24,20 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2023 / 03 / 17
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR.
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	864,60	841,49	µm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	893,39	892,46	µm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	15,81	15,07	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	461,01	459,18	µm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	40,00	40,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	40,00	40,00	N.A.
MALLA No. MESH No.	20		
SERIE No. SERIAL No.	95702		
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 11,26	µm	
FECHA DATE	2023 / 01 / 17	FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR.
WWW.PINZUAR.COM.CO

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO 429,93 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 495,41 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 253,57 μm
AVERAGE DIAMETER

MACILLA No. 10
MESH No.

SERIE No. 90598
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 6,01 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 / 03 / 28
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial San Isidro
Bodega C1
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR.
WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO 250,45 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 258,07 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 164,86 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 60
MESH No.

SERIE No. 91083
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 3,91 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 / 04 / 20
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ACCORDING TO STANDARD
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO 105,93 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 109,68 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 73,36 μm
AVERAGE DIAMETER

MAILLA No. 140
MESH No.

SERIE No. 93376
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 2,41 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 / 08 / 23
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial San Isidro
Bodega C1
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR.
WWW.PINZUAR.COM.CO

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO 76,29 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 77,95 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 50,40 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 200
MESH No.

SERIE No. 92759
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 1,69 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 / 07 / 21
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ACCORDING TO STANDARD

ASTM E11

	TRAMA SHUTE	URDIMBRE WARP	UNIDAD UNIT
ABERTURA PROMEDIO (+/- Y) AVERAGE OPENING	77,13	76,15	µm
ABERTURA MÁXIMA (+ X) MAXIMUM OPENING	81,95	79,64	µm
DESVIACIÓN ESTANDAR STANDARD DEVIATION	1,32	1,50	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	48,17	48,53	µm
NÚMERO DE ABERTURAS MEDIDAS NUMBER OF MEASURED OPENINGS	100,00	100,00	N.A.
NÚMERO DE DIÁMETRO MEDIDOS DIAMETER NUMBER MEASURED	100,00	100,00	N.A.
MALLA No. MESH No.	200		
SERIE No. SERIAL No.	97476		
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,69	µm	
FECHA DATE	2023 / 04 / 24	FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta:
Km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega **C1**
Madrid, Cund.
Tel.: (57 1) 745 4555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0180 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	2907-2025	Este informe de verificación documenta la
2. Solicitante	GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L.	trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
3. Dirección	PRO. PEDRO CORNEJO NEYRA NRO. 422 URB. GUAYACAN (POR EL PARQUE GUAYACAN) CAJAMARCA - JAEN - JAEN	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	PERUTEST	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	PT-CC	
Procedencia	PERÚ	
Número de Serie	0160	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2025-07-25	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2025-07-25

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0180 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de MASA de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillon lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PARALELOS DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-053-2022
KOSSOMET	"PIE DE REY de 300 mm MARCA: INSIZE"	DM23-C-0130
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.
(*) Serie grabado en el instrumento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0180 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.40	150.45	125.42

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.01	2.01	13.54

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.85	2.00	47.01

Fin del Documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0167 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	2907-2025	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L.	
3. Dirección	PRO. PEDRO CORNEJO NEYRA NRO. 422 URB. GUAYACAN (POR EL PARQUE GUAYACAN) CAJAMARCA - JAEN - JAEN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	8342167676	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2025-07-24	

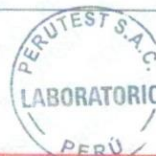
Fecha de Emisión

2025-07-24

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0167 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones de PERUTEST SAC.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	64%	64%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0167 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

		Inicial		Final			
Temperatura		20.4 °C		20.4 °C			
Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	14,999	200	-700	30,001	700	800	
2	15,000	600	-100	30,000	500	0	
3	15,000	400	100	30,000	500	0	
4	15,000	600	-100	30,000	500	0	
5	15,000	500	0	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,000	700	-200	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,001	800	700	30,000	600	-100	
9	15,001	900	600	30,000	500	0	
10	15,001	800	700	30,000	600	-100	
Diferencia Máxima			1,400	Diferencia Máxima			1,000
Error Máximo Permisible			± 3,000	Error Máximo Permisible			± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2

5

1

3

4

Posición de las cargas

Temperatura

Inicial

Final

20.4 °C

20.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	i (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	i (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	10 g	10	500	0	10,000	10,000	500	0	0
2		10	600	-100		10,001	800	700	800
3		9	200	-700		10,000	600	-100	600
4		10	400	100		10,000	600	-100	-200
5		10	600	-100		10,000	500	0	100
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible ± 3,000				

LABORATORIO

PER

* Valor entre 0 y 10e

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0167 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	19,999	200	-700	-700	3,000
25,000	25,000	500	0	0	24,999	200	-700	-700	3,000
30,000	30,000	500	0	0	29,999	300	-800	-800	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4106667 \text{ g}^2 + 0.0000000071 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000019 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0168 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	2907-2025
2. Solicitante	GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L.
3. Dirección	PRO. PEDRO CORNEJO NEYRA NRO. 422 URB. GUAYACAN (POR EL PARQUE GUAYACAN) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8343085310
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2025-07-24

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2025-07-24


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 0168 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST SAC
Avenida Chillon Lt 50 B-Comas-Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	64%	64%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0168 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura				Initial	Final		
				20.5 °C	20.5 °C		
Medición N°	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	5999.9	20	-70	
2	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.1	80	70	6000.0	40	10	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	6000.0	60	-10	
10	2999.9	30	-80	6000.1	80	70	
Diferencia Máxima			150	Diferencia Máxima			140
Error Máximo Permisible			300.0	Error Máximo Permisible			300.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	5
3		4

Posición de
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20.5 °C	20.5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2000.0	2000.0	60	-10	-10
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3		0.9	30	-80		1999.9	20	-70	10
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		2000.0	40	10	10
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible 300.0				

* Valor entre 0 y 10e

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0168 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura

Inicial	Final
20.5 °C	20.5 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	4000.1	80	70	70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	5000.1	80	70	70	4999.9	30	-80	-80	300
6200.0	6200.1	70	80	80	6200.1	80	70	70	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.005209 \text{ g}^2 + 0.0000000002 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000126 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0205 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	3729-2025
2. Solicitante	GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L.
3. Dirección	PRO. PEDRO CORNEJO NEYRA NRO. 422 URB. GUAYACAN (POR EL PARQUE GUAYACAN) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	WANT
Modelo	WT6002G
Número de Serie	210318020
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2025-06-11

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2025-06-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 0205 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C
Humedad Relativa	65%	65%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-1029-001-23

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0205 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura				Inicial			Final		
				20.2 °C			20.2 °C		
Medición		Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g				
Nº	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)			
1	300.00	5	0	600.00	7	-2			
2	300.01	9	6	600.00	6	-1			
3	300.00	6	-1	600.00	5	0			
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1			
5	299.99	2	-7	599.99	3	-8			
6	300.00	5	0	600.00	5	0			
7	300.00	7	-2	600.00	4	1			
8	300.00	5	0	600.00	6	-1			
9	300.00	5	0	600.00	4	1			
10	300.00	6	-1	599.99	2	-7			
Diferencia Máxima			13	Diferencia Máxima			9		
Error Máximo Permisible			30	Error Máximo Permisible			30		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20.2 °C	20.2 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0	
2		0.10	6	-1		200.01	9	6	7	
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0	
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0	
5		0.11	7	8		200.00	4	1	-7	
* Valor entre 0 y 10g					Error máximo permisible					30

* Valor entre 0 y 10g

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0205 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.2 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	10
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	20
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	20
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	20
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	30
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	5	0	1	30
300.00	300.00	6	-1	0	300.00	5	0	1	30
400.00	400.00	5	0	1	400.00	6	-1	0	30
500.00	500.00	6	-1	0	499.99	2	-7	-6	30
600.00	600.00	5	0	1	600.00	6	-1	0	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000030 \text{ g}^2 + 0.00000000011 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000011 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 085 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Expediente | 3729-2025 |
| 2. Solicitante | GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L. |
| 3. Dirección | PRO. PEDRO CORNEJO NEYRA NRO. 422 URB. GUAYACAN (POR EL PARQUE GUAYACAN) CAJAMARCA - JAEN - JAEN |
| 4. Instrumento de medición | TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL |
| Alcance de Indicación | -50 °C a 300 °C |
| Div. de escala / Resolución | 0.1 °C |
| Marca | EUROTECH |
| Modelo | NO INDICA |
| Número de Serie | NO INDICA |
| Procedencia | CHINA |
| Elemento Sensor | TERMOCUPLA |
| Identificación | LT-085 |
| Ubicación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | 2025-06-11 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2025-06-11

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📱 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 085 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de TEMPERATURA de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	20.5 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	70 %	70 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	LT-0417-2023
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 085 - 2025

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
20.3	20.1	-0.13	0.14
50.1	50.0	-0.14	0.15
100.1	100.0	-0.14	0.14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue 200 mm de aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



WINTESTING INDUSTRIA DE MAQUINARIA

Centro de supervisión y prueba de calidad de products e instrumentos de
automatización industrial

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Licezi N°2025045585

Numero: PE 20250703

Solicitante: GRUPO OEX'S CONSTRUCCION & CONSULTORIA S.R.L.

Dirección: Pro. Pedro Cornejo Neyra Nro. 422 Urb. Guayacan Cajamarca- Jaén – Jaén

Nombre del instrumento de medición: MAQUINA DE REISTENCIA A COMPRESIÓN

Especificaciones de modelo : ES-7.5KN.

Fabricante : Fabrica de equipos de medición de fuerza Ruian Dongfang

Modelo : DYE – 2000A

Numero de dispositivo : 2000Kn; 84001

Unidad de inspección : Fabrica de equipos de medición de fuerza Ruian Dongfang

LOS RESULTADOS DE PRUEBA SE UTILIZAN AL NIVEL DEL 1%.



RESPONSABLE: Xue Ziyu

INSPECTOR: Zhou Tingming

PROBAOR: Zhou Tingming

Fecha de verificación: 1 de abril del 2025

Válido hasta: 31 de diciembre del 2025



WINTESTING INDUSTRIA DE MAQUINARIA

Centro de supervisión y prueba de calidad de productos e instrumentos de
automatización industrial

Rango de medición: 0.00 -200KN Indicador N°: 50300808

Temperatura ambiente: 27°C Humedad: 70%

Resultados de inspección

SISTEMA DIGITAL "A" (kN)		SERIES VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" (kN)	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
		SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
0.00	0.00	0.0	0.0	-	-	-	-	-
200.0	200.0	205.73	204.91	-2.79	-2.40	205.32	-2.59	-0.39
400.0	400.0	406.31	407.12	-1.55	-1.75	406.715	-1.65	0.20
800.0	800.0	805.92	806.23	-0.73	-0.77	806.08	-0.75	0.04
1200	1200	1207.9	1206.7	-0.65	-0.55	1207.26	-0.60	-0.10
1600	1600	1606.5	1607.3	-0.40	-0.46	1606.89	-0.43	0.05
2000	2000	2008.7	2008.0	-0.43	-0.40	2008.34	-0.42	-0.04

GRÁFICA 1

