



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Influencia de la ceniza de carbón como residuo  
aglomerante en las propiedades físicas mecánicas  
de mortero de albañilería**

**Para Optar El Título Profesional De  
Ingeniera Civil**

**Autora:**

Bach. Barbaran Asalde Karem Carolina  
<https://orcid.org/0009-0000-1994-988X>

**Asesor:**

**Dr. Chávez Cotrina Carlos Ovidio**  
<https://orcid.org/0000-0002-9108-8890>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en Desarrollo de la Construcción y la  
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú**

**2024**



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresada del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autora del trabajo titulado

### **Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Barbaran Asalde Karem Carolina	DNI: 42460053	
--------------------------------	---------------	--

Pimentel, 09 noviembre del 2024

# 15% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

## Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 11%  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.

**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE  
EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA**

**Aprobación del jurado**

---

**DR. CORONADO ZULOETA OMAR  
Presidente del Jurado de Tesis**

---

**DR. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAÚL  
Secretario del Jurado de Tesis**

---

**MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO  
Vocal del Jurado de Tesis**

# **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA**

## **Resumen**

En la actualidad, se están empleando técnicas de construcción novedosas en albañilería que implican la adición de ceniza de carbón. Se planteó como objetivo determinar cómo la incorporación de ceniza de carbón como residuo aglomerante afecta las propiedades físicas y mecánicas del mortero de albañilería. En su metodología de tipo cuantitativa aplicada de enfoque experimental, donde se realizaron un total de 303 pruebas de morteros, en las que se añadió ceniza de carbón como aditivo en el diseño de la mezcla, utilizando porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de este material, junto con cemento Portland Ms. En sus resultados óptimos se observó que al añadir un 10% de ceniza de carbón, la resistencia a la compresión alcanza un valor de 153.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. En lo que respecta a la resistencia a la flexión, el mismo porcentaje de ceniza de carbón en el diseño produce un resultado de 41.34 kg/cm<sup>2</sup>, también a los 28 días. Por otro lado, la resistencia a la tracción muestra un valor de 29.66 kg/cm<sup>2</sup> con la adición del 10% de ceniza de carbón. Se concluyó que añadir un 10% de ceniza de carbón produce resultados más positivos en comparación con las otras muestras analizadas. Esto respalda la hipótesis presentada en este estudio y ofrece nuevas aportaciones al ámbito de la construcción.

**Palabras claves:** Ceniza de carbón; aglomerante; propiedades físicas mecánicas; mortero de albañilería.

# INFLUENCE OF COAL ASH AS A BINDER RESIDUE ON THE PHYSICAL MECHANICAL PROPERTIES OF MASONRY MORTAR

## Abstract

Currently, novel construction techniques are being employed in masonry that involve the addition of coal ash. The objective was to determine how the incorporation of coal ash as a binder residue affects the physical and mechanical properties of masonry mortar. A total of 303 mortar tests were carried out, in which coal ash was added as an additive in the mix design, using percentages of 5%, 10%, 15% and 20% of this material, together with Ms. Portland cement. In its optimum results it was observed that by adding 10% coal ash, the compressive strength reaches a value of 153.67 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days. Regarding flexural strength, the same percentage of coal ash in the design produces a result of 41.34 kg/cm<sup>2</sup>, also at 28 days. On the other hand, the tensile strength shows a value of 29.66 kg/cm<sup>2</sup> with the addition of 10% coal ash. It was concluded that adding 10% coal ash produces more positive results compared to the other samples analyzed. This supports the hypothesis presented in this study and offers new contributions to the field of construction.

**Keywords:** Coal ash; binder; binder; physical mechanical properties; masonry mortar.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Europa se enfrenta a un reto global relacionado con la producción de residuos de ceniza de carbón, habiendo generado 5.5 millones de toneladas en 2020. Por su parte, Sudáfrica ha superado los 34 millones de toneladas en este mismo contexto. Estos desechos se utilizan en construcción, siguiendo las normas 450-1 y ASTM C618, permitiendo la creación de morteros de albañilería que incorporan la ceniza como aglomerante estabilizador, mejorando la durabilidad y promoviendo nuevas técnicas constructivas [1, 2].

En las últimas décadas, el uso de residuos como la ganga de carbón en China ha mejorado significativamente gracias al desarrollo de nuevas teorías y tecnologías, convirtiéndose en un aspecto esencial en la ingeniería civil debido al alto consumo de residuos [3, 4]. Kim et al. (2024), el reciclaje de las cenizas de carbón provenientes de hornos inactivos ha sido un tema fundamental en la República de Corea, tanto por su impacto en la protección del medio ambiente como por su relevancia económica. En este estudio, se ha evaluado un método de reciclaje, respaldado por los resultados de experimentos realizados tanto en laboratorio como a nivel industrial, de acuerdo con la norma ASTM C 109. Este material demuestra ser eficaz para los propósitos establecidos [5].

En el ámbito de la construcción, se ha considerado beneficioso utilizar diversos materiales cementantes suplementarios como alternativa al cemento Portland, el cual demanda un elevado consumo energético. Esto se logra al añadir ceniza de carbón en cantidades reducidas, con el fin de fomentar prácticas más sostenibles [6, 7, 8]. Las técnicas de construcción innovadoras que utilizan ceniza de carbón para reemplazar el 50% de la arena de río tienen como objetivo desarrollar una nueva mezcla para morteros de cemento, lo que conlleva un aumento en la resistencia del material [9].

En el noreste de Asia, se está realizando un estudio acerca del residuo de ceniza de carbón, el cual aporta significativamente gracias a su composición química. De acuerdo con el estudio realizado por Yang et al., 2024, la ceniza de carbón se clasifica como un material puzolánico de tipo F, que es rico en sílice, lo que le permite lograr resultados sobresalientes [10]. Por otro lado, Juanir et al., 2024, indican que la ceniza de carbón de clase C es un aditivo

aglomerante muy eficaz para morteros de cemento. Es relevante mencionar que al sustituir hasta un 20% del peso del cemento, se obtuvo un rendimiento superior en comparación con el uso exclusivo de cemento puro [11]. Doughmi y Baba., 2023, señalan que los morteros hechos con puzolanas naturales son una alternativa ventajosa desde las perspectivas económica y ambiental. Su utilización como reemplazo del cemento en la producción sostenible de materiales para el aislamiento térmico se considera el enfoque más beneficioso en el ámbito de la albañilería [12].

A continuación, se presenta la siguiente hipótesis alternativa: La adición de ceniza de carbón como residuo aglomerante en el mortero de albañilería tendrá una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del material, mejorando la resistencia a la compresión, reduciendo la absorción de agua, aumentando la adherencia y contribuyendo a una mayor durabilidad del mortero.

Considerando la problemática previamente expuesta, esta investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo afecta la incorporación de ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas y mecánicas del mortero de albañilería? Después de eso, se establece el siguiente objetivo general: Evaluar la incorporación de ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas y mecánicas del mortero de albañilería.

A continuación, se establecen objetivos específicos: O.E<sub>1</sub>: Evaluar de las propiedades química de la ceniza de carbón utilizando el ensayo digestión acida y determinación de metales. O.E<sub>2</sub> Determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional. O.E<sub>3</sub>: Determinar las propiedades mecánicas del mortero patrón y mortero con adición de ceniza de carbón 5%; 10%; 15%; 20%, para ensayos experimentales. O.E<sub>4</sub>: Determinar el mejor resultado óptimo que arrojó para la muestra de ceniza de carbón en las propiedades física y mecánicas del mortero.

Este estudio se enfocó en analizar las propiedades físicas y mecánicas del mortero al incorporar ceniza de carbón como un residuo aglomerante en cantidades del 5%, 10%, 15% y 20%. Estos materiales de desecho ofrecen beneficios significativos como componentes en la formulación de mezclas destinadas a aplicaciones de albañilería. La nueva técnica

experimental busca generar impactos positivos en los ámbitos social, económico y ambiental, permitiendo el aprovechamiento de estos residuos que, de otro modo, serían desechados al aire libre, pero que pueden ser utilizados en la construcción. Este estudio se ha llevado a cabo con atención meticulosa, de acuerdo con la norma técnica peruana E.070 relacionada con la albañilería, consultando fuentes de antecedentes confiables para asegurar la solidez del análisis en la región de Lambayeque.

Ávila et al., [20], En su escrito titulado “Cenizas de carbón de residuos sólidos urbanos pretratados como precursor de mortero activado con álcali”, propusieron evaluar el rendimiento mecánico de morteros que utilizan cenizas de carbón. Metodología utilizada fue de tipo experimental, se probaron diversas combinaciones de activadores alcalinos en concentraciones del 4%, 6%, 8%, 10% y 15%, así como diferentes proporciones de sílice/óxido de sodio, que variaron entre 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0. Los resultados obtenidos revelaron que los contenidos óptimos de óxido de sodio a los 28 días eran del 15% para las cenizas volantes y del 8% para las cenizas de carbón. concluyeron que es importante tener precaución al incrementar las concentraciones de activadores alcalinos, ya que esto podría perjudicar las propiedades del mortero y sus ventajas ambientales.

Biajawi et al., [21], En el artículo titulado “Comportamiento post-calefacción del mortero de cemento con cenizas de fondo de carbón modificadas mecánicamente”, los autores se propusieron como objetivo principal analizar el desempeño de morteros de cemento que utilizan cenizas de fondo de carbón molidas (CBA) como sustituto del cemento convencional. Para llevar a cabo su investigación, emplearon una metodología de enfoque cuantitativo, en la que prepararon muestras de mortero con diferentes proporciones de CBA, específicamente 10 %, 20 %, 30 % y 40 %. Estas muestras fueron expuestas a un proceso de calentamiento a temperaturas de 200 °C, 400 °C y 600 °C, y se evaluaron en términos de resistencia y pérdidas de masa. Los hallazgos indicaron que la mezcla que contenía un 20 % de CBA molido logró el nivel más alto de resistencia a la compresión. Concluyeron que un aumento en la cantidad de CBA molido resultó en una disminución notable tanto de la masa como de la resistencia del mortero cuando se expuso a altas temperaturas.

Liew et al., [22], En su publicación titulada “Mezclas de cemento y mortero con distintos contenidos de cenizas de fondo de carbón molido con bajo contenido en calcio: Características técnicas, carbono incorporado y análisis de costes”, los autores se propusieron evaluar cómo diferentes proporciones de cenizas de fondo de carbón afectan las propiedades del cemento y los morteros. Para ello, emplearon una metodología que consistió en sustituir el cemento con cenizas de fondo de carbón en niveles que variaban entre el 5% y el 25%. Los resultados indicaron que al incorporar un 25% de GCBA en el mortero, Los períodos de inicio y finalización del fraguado se incrementaron entre 20 a 35 minutos y 5 a 20 minutos, respectivamente. Por otro lado, las mezclas con un contenido de GCBA entre el 10% y el 15% demostraron una resistencia a la compresión que superó en un 6,7 % la del grupo de control. En conclusión, el contenido de GCBA entre el 5% y el 15% mejora la resistencia mecánica del mortero, siendo el 15% el nivel óptimo que ofreció el mejor rendimiento.

Zakka et al., [23], En su estudio titulado “Características residuales a corto plazo del mortero geopolímero verde curado al ambiente expuesto a temperaturas elevadas”, los investigadores analizaron la capacidad de los geopolímeros elaborados con cenizas volantes ricas en calcio. Para ello, emplearon trece mezclas de mortero que variaban en las relaciones de solución alcalina (0,30, 0,35 y 0,4) y en la cantidad de cenizas volantes, así como en las proporciones de óxido de sílice (humo de sílice) e hidróxido de potasio (0,5, 0,75 y 1). Las mezclas óptimas alcanzaron resistencias a la compresión residual de 25,02 MPa a 200 °C, 18,72 MPa a 400 °C, 14,04 MPa a 600 °C y 7,41 MPa a 800 °C, mientras que el mortero de control presentó valores significativamente más bajos. Los autores concluyeron que la resistencia a la compresión residual disminuyó, siendo esta reducción más pronunciada a 600 y 800 °C.

Brossat et al., [24], En su estudio titulado “Caracterización de morteros aireados ligeros utilizando cenizas de fondo de horno de valorización energética (WtE-BA) como agente aireante”, los investigadores se propusieron abordar el desafío de gestionar las cenizas de fondo generadas durante la incineración de residuos, proponiendo su uso en el ámbito de la construcción. Para ello, llevaron a cabo una metodología experimental que

incluyó ensayos de lixiviación y análisis de contenido elemental, con el propósito de analizar el efecto ambiental de las materias primas utilizadas, tales como el cemento y la arena. Los resultados obtenidos revelaron que la cantidad de agua es un factor determinante para controlar la aireación de los morteros, mientras que la granulometría de las partículas de WtE-BA no mostró un impacto notable en las características macroscópicas del mortero. En conclusión, los autores afirmaron que estas cenizas representan un sustituto eficaz del agente aireante en la producción de morteros aireados, proporcionando mejores características ambientales y propiedades aislantes.

Rosado., [25], En su estudio titulado “Diseño de mezcla para morteros de ceniza volante activados alcalinamente”, se propuso analizar diversos diseños de mezcla para morteros que utilizan ceniza volante activada con un agente alcalino, con el objetivo de identificar los parámetros de diseño más significativos y demostrar su viabilidad teórica como alternativa a las mezclas de mortero convencionales basadas en cemento Portland. En su metodología, se empleó hidróxido de sodio (NaOH) como activador alcalino, preparándose disoluciones de 6M, 8M y 10M. Se definieron tres relaciones entre el activador y la ceniza volante (0.24, 0.28 y 0.32), y las mezclas se curaron a diferentes temperaturas (8°C, 18°C, 28°C y 38°C). Los resultados mostraron un rendimiento superior en las etapas iniciales, alcanzando valores por encima de 30 MPa. No obstante, a partir del séptimo día, las mezclas activadas con silicato de sodio (4% y 5%) se acercaron a los 50 MPa. En conclusión, Rosado destacó que las mezclas de ceniza volante activadas alcalinamente tienen un gran potencial, aunque aquellas que incorporaron hidróxido de sodio no alcanzaron las resistencias esperadas en versión con mezclas que contenían silicato de sodio.

Valdes., [26], En su investigación titulada “Estrategias para mejorar la ceniza volante que presenta altos niveles de carbón, así como las ventajas de emplear ceniza tratada como aditivo en el cemento Portland”, el autor se propuso explorar tecnologías destinadas a disminuir la cantidad de carbón que se encuentra en la ceniza volante producida por la combustión del carbón. Para llevar a cabo su estudio, se implementó un método de tratamiento que utiliza flotación para extraer el carbón residual, tanto la proporción de

cemento como la cantidad de ceniza incorporada, además de considerar el contenido de CC 22%, 16%, 12% y 7%. Resultados permitieron determinar la proporción ideal de sustitución y la calidad de la ceniza volante que se puede utilizar como adición en cementos compuestos. En conclusión, el estudio busca establecer un material compatible que facilite el reemplazo parcial del clinker en la producción de cementos, contribuyendo así a mejorar la sostenibilidad.

Burgos et al., [27], En su estudio titulado “La resistencia de morteros suplementarios que contienen cenizas volantes con un alto contenido de carbón”, los investigadores se propusieron evaluar las características de resistencia a la corrosión y durabilidad de los morteros elaborados con cemento Portland. que han sido enriquecidos con ceniza de carbón. Para ello, su metodología incluyó la evaluación de diversas características del mortero, aspectos como la resistencia ensayo de laboratorio. Resultados obtenidos después de 28 días de curado indicaron que los morteros que contenían un 10% de ceniza volante (CV) mostraron un incremento del 35% en resistencia a la compresión. Además, esta mezcla evidenció un rendimiento superior en términos de resistencia a la corrosión de los aceros estructurales. En resumen, los autores concluyeron que la ceniza en versión volante con alto contenido de carbón en los morteros de cemento Portland no solo mejora la resistencia, sino que también ofrece una mayor durabilidad, sugiriendo que estas mezclas podrían ser una alternativa viable para su aplicación en ambientes agresivos.

Biajawi et al., [28], su estudio titulado “Impacto de diferentes tamaños de partículas de cenizas de fondo de carbón como aditivo cementante en las propiedades puzolánicas”, los autores se propusieron analizar cómo los diferentes tamaños de partícula de las cenizas de fondo de carbón afectan su eficacia como material cementante para potenciar la reactividad puzolánica. Para llevar a cabo su estudio, se aseguraron de que las cenizas cumplieran con el estándar ASTM C618, que establece un tamaño máximo de 45  $\mu\text{m}$  para ser clasificadas como puzolánicas. Para evaluar la reactividad puzolánica de la CBA, se realizó índice de actividad de resistencia (SAI) y se realizaron pruebas con cinco niveles de sustitución del cemento (10%, 20%, 30%, 40% y 50%). Los resultados indicaron que las muestras de ceniza

de carbón presentaron propiedades puzolánicas, alcanzando su máximo rendimiento con un 20% de sustitución del cemento. En conclusión, los investigadores afirmaron que la ceniza de carbón puede ser empleada con éxito como un material puzolánico y un sustituto parcial del cemento, lo que mejora tanto la reactividad puzolánica como la habilidad del mortero para soportar la compresión.

Dawczynski., [29], su investigación titulada “Influencia del tiempo y la duración de la mezcla en la resistencia a la flexión del mortero activado con álcali que contiene cenizas volantes”, Los autores se propusieron examinar la resistencia flexión activado con álcali que contiene cenizas volantes derivadas de la combustión del carbón. Para llevar a cabo su estudio, adoptaron un enfoque experimental en el que se prepararon dos series de muestras con diferentes tiempos de mezcla, específicamente de 2 minutos y 5 minutos. Los resultados obtenidos mostraron aumento a resistencia hasta aproximadamente el día 14, momento en el que se estabilizó. En conclusión, los investigadores afirmaron que el mortero activado con álcali que incorpora cenizas de carbón puede lograr una alta resistencia a la flexión en un periodo inicial, Esto lo hace una alternativa apropiada para su uso en aplicaciones estructurales.

Tagle., [30], En su estudio “Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un mortero de referencia y un mortero en el que se sustituye parte del cemento por ceniza volante en proporciones del 5%, 10% y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac – Cusco 2017”, el autor se propuso analizar las propiedades físico-mecánicas de un mortero de referencia al que se le había reemplazado parcialmente el cemento por ceniza de carbón. Para llevar a cabo este estudio, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión, utilizando diferentes proporciones de ceniza de carbón: 5%, 10% y 15%. Se produjeron un total de 144 cubos de mortero (5 cm x 5 cm x 5 cm) para las pruebas de compresión y 144 prismas (4 cm x 4 cm x 16 cm) para las de flexión. Los resultados indicaron que el mortero con un 10% de ceniza volante logró una resistencia a compresión de 193.81 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, lo que representa un aumento significativo en comparación con el mortero de referencia, que mostró una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, se notó una

mayor disminución en la resistencia a flexión en los morteros que contenían ceniza de carbón. En resumen, se concluyó que la adición de ceniza de carbón en un 10% mejora la resistencia a compresión del mortero.

Quintero., [31], En su investigación titulada “Obtención de un mortero refractario geo polimérico utilizando cenizas de carbón, chamota de ladrillo y residuos arcillosos”, el autor se propuso desarrollar un mortero geo polimérico a partir de cenizas de carbón y evaluar sus propiedades mecánicas y de adherencia en comparación con un mortero comercial. Para llevar a cabo su estudio, Utilizó una variedad de técnicas analíticas, entre las cuales se incluye la fluorescencia de rayos X (FRX), se emplearon diversas técnicas analíticas, incluyendo la difracción de rayos X (DRX), complementada con un análisis EDAX. El objetivo fue encontrar una relación óptima entre los activadores y los precursores que permitiera obtener una buena manejabilidad, fluidez y consistencia, determinando que una relación activadora/precursor de 0.81 era la más adecuada. Los resultados de la formulación F14-9 indicaron que la resistencia y adherencia eran similares a las observadas en el mortero convencional. Para finalizar, se estableció que este mortero geo polimérico cumple con los requisitos técnicos necesarios para ser considerado un producto comercial viable, presentando propiedades mecánicas y de adherencia similares a las de los morteros tradicionales.

Castillo., [18], En su estudio titulado “Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero de Albañilería”, el autor se propuso determinar el porcentaje ideal de ceniza de carbón y fibras de acero que se debe emplear en el diseño de mezclas para morteros. Para realizar esta investigación, se adoptó un enfoque experimental con un diseño cuasi experimental y un método cuantitativo. Se eligieron cuatro muestras de ceniza de carbón, las cuales fueron sometidas a diferentes temperaturas de combustión: 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C. Además, se llevaron a cabo análisis químicos para evaluar su contenido puzolánico. Se incorporaron cenizas de carbón en proporciones de 4%, 8%, 12% y 16%, junto con fibras de acero en cantidades de 0.20%, 0.40%, 0.60% y 0.80%. En total, se analizaron 360 muestras. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión del mortero en su estado natural era del 95.00%. Sin embargo, al añadir un 13%

de ceniza de carbón, esta resistencia aumentó al 109.00%, y al incluir un 0.70% de fibra de acero, se logró un incremento del 113.00%. El autor concluyó que las resistencias obtenidas fueron significativamente superiores a las del mortero de referencia en todas las proporciones evaluadas.

Zavaleta., [19], En su estudio titulado “Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2019”, el autor se propuso investigar cómo la incorporación de ceniza volante de carbón, un subproducto de la fabricación de ladrillos de arcilla, afecta la producción de mortero de cemento. En el enfoque experimental, se comparó un mortero de cemento de referencia diseñado para alcanzar una resistencia de 125 Kg/cm<sup>2</sup> con mezclas que contenían ceniza volante en proporciones del 2%, 3% y 5%. Se llevaron a cabo pruebas de compresión axial, absorción y capilaridad para evaluar el rendimiento de los morteros con las diferentes adiciones. Los resultados indicaron que los morteros con un 2% y un 3% de ceniza volante lograron resistencias de 129.04 Kg/cm<sup>2</sup> y 128.33 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, cumpliendo con la resistencia objetivo, aunque no superaron al mortero de referencia. Por otro lado, la mezcla que contenía un 5% de ceniza volante presentó una resistencia de 123.05 Kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, se determinó que el uso de ceniza volante es viable en pequeñas cantidades, lo que favorece la sostenibilidad en el sector de la construcción.

Yáñez., [33], En su tesis titulada “Tecnologías de mejoramiento de la ceniza volante con altos contenidos de carbón y sus beneficios al utilizar ceniza mejorada como adición al cemento Portland”, el autor se propuso como objetivo principal reducir la cantidad de carbón residual en la ceniza volante producida por la combustión de carbón en plantas termoeléctricas, con el propósito de obtener un material cementicio de mejor calidad. Para ello, empleó una metodología experimental que consistió en analizar la ceniza de carbón en diferentes proporciones: 22%, 16%, 12% y 7%. Los resultados obtenidos indicaron que la reducción del contenido de carbón residual en la ceniza volante es fundamental para mejorar su calidad como aditivo al Clinker. El autor concluyó que los ensayos mecánicos realizados

permitieron identificar el porcentaje óptimo de reemplazo de la ceniza y la pureza necesaria para asegurar un rendimiento adecuado en los morteros.

Guerra., [34], En su tesis titulada “Calidad de las unidades de albañilería de arcilla según norma E.070 en la provincia de Chiclayo”, el autor se propuso analizar la calidad de las unidades de albañilería de arcilla mediante la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas a través de una serie de ensayos. La metodología utilizada fue de tipo experimental, realizando pruebas que incluyeron la variación dimensional, el alabeo, la resistencia a la compresión ( $f_c$ ), la absorción, la succión, la eflorescencia y la resistencia a la compresión en pilas ( $f_m$ ). Los resultados obtenidos de las cinco ladrilleras estudiadas revelaron que las ladrilleras artesanales Mocce y Ferreñafe no alcanzaron el valor mínimo de resistencia a compresión de 50 kg/cm<sup>2</sup>, que es el requisito establecido por la Norma E.070 para los ladrillos Tipo I. El autor concluyó que estas dos ladrilleras no cumplen con los estándares de resistencia a compresión exigidos por la norma, mientras que las ladrilleras Culpón, Ladrillos Chalpón y Cerámicos Lambayeque demostraron cumplir o incluso superar los requisitos establecidos, clasificándose en diferentes tipos según su resistencia.

Ceniza de carbón. Está vinculado a las cenizas volantes y se combina conforme a la normativa ASTM. La abundancia se debe a que contiene una mayor cantidad de partículas que superan los 0.075 mm, las cuales son retenidas en la malla. Además, el carbón que no ha sido quemado presenta un elevado contenido de puzolanas, lo que ha demostrado inducir reacciones microestructurales tanto amorfas como cristalinas. Estas reacciones son las que se buscan lograr mediante el uso de cemento para generar sustancias puzolanas, según [35]

Materiales puzolánicos. De acuerdo con las normas ASTM, el material puzolánico se caracteriza por tener un bajo valor cementante y por poseer propiedades de sílice y alúmina. Esto le permite mantener su estabilidad frente a la humedad, formando sustancias que se adhieren al cemento a temperaturas de hidróxido, con el objetivo de mejorar la capacidad de carga, se incorpora la mezcla de estos residuos industriales, como la ceniza volante, en los procesos de estabilización [36].

Mortero. En el ámbito de la construcción, este material es uno de los más utilizados. Su creciente uso se atribuye al auge de la mampostería y a su aporte en el ámbito de la construcción. Se emplea principalmente como adhesivo o material de relleno. A diferencia del concreto, los procedimientos técnicos relacionados con el diseño, la producción y el control de este material son menos rigurosos. De acuerdo con las aportaciones por [38].

Unidades de Albañilería. Estos elementos de construcción se distinguen por su forma principal de prisma rectangular. Los que presentan menor resistencia pueden estar hechos de arcilla cocida o cruda, lo que resulta en adobes de baja resistencia. El método de cocción más común se lleva a cabo a 800°, aplicándose a las unidades de ladrillo, lo que incrementa su resistencia a la compresión y produce un sonido metálico al ser golpeadas. El RNE E-0.70 ofrece las clasificaciones de las unidades de ladrillo en función de su uso y tamaño [44].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

Con respecto a los materiales y técnicas empleadas en la elaboración de mezclas de mortero que incorporan ceniza de carbón para fines de albañilería, se mencionan los componentes que se emplean y el procedimiento adoptado para la edificación de estructuras con este material tradicional. A continuación, se detalla lo siguiente:



**Fig.1.** Diferentes temperatura de ceniza de carbón

Con el objetivo de clasificar y obtener la ceniza de carbón de mayor calidad en su proceso químico, se analizaron cuatro puntos de extracción de muestras, cada uno correspondiente a un diferente método de combustión. Esto se realizó con la finalidad de conseguir la mejor combinación de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

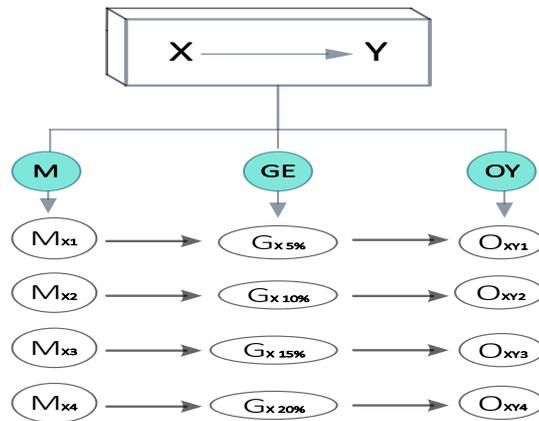
### Tipo y Diseño de Investigación

Tipo. Este análisis se clasifica como de naturaleza cuantitativa aplicada, ya que se obtienen resultados específicos mediante pruebas de laboratorio, lo que permite interactuar con las variables que se están estudiando.

Según Hernández., [45], Se indica que el enfoque cuantitativo implica una descripción detallada de los resultados obtenidos, con la finalidad de crear nuevos conocimientos sobre las variables de investigación que integran la hipótesis propuesta.

Diseño. Este análisis adopta un enfoque experimental como analítico, en el cual se examina la interacción entre dos variables de estudio.

Según Hernández., [45], Se hace alusión al enfoque experimental, que implica la interacción con variables. Este enfoque puede ser de tipo observacional si no se realiza ninguna manipulación, o experimental si se llevan a cabo manipulaciones en las variables.



**Fig.2.** Diseño de investigación

Donde:

X: Variable Independiente ceniza de carbón

Y: Variable Dependiente Propiedades físicas mecánicas del mortero

M: Muestra de prueba

GE: Grupo experimental con adición al 5%; 10%; 15%; 20%

OY: Medición de muestra

Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población. De acuerdo por Ojeda (2020), el análisis de la población abarca todos los materiales que se encuentran sujetos a estudio [46].

Se toman en cuenta todos los componentes que participan en la fabricación del mortero, los cuales son de origen natural, así como los ladrillos y los desechos, incluyendo en pequeñas cantidades ceniza de carbón, conforme a las normas NTP 399.613 y NTP 399.610.

Muestra. Según Hernández., 2019, Se indica que, en relación con la muestra, dado que se trata de ensayos de enfoque experimental, el objetivo es demostrar a través de resultados concluyentes que se centran en la variable de estudio aplicada [45].

Se realizaron un total de 303 pruebas de morteros, en las que se añadió ceniza de carbón como aditivo en el diseño de la mezcla, utilizando porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de este material, junto con cemento Portland Ms. De estas pruebas, 51 se dedicaron a evaluar las propiedades en estado fresco, que incluyeron el contenido de aire, el peso unitario y la fluidez. Por otro lado, se llevaron a cabo 252 muestras para analizar las propiedades en estado endurecido, que abarcaron la resistencia a compresión, flexión, adherencia, resistencia a compresión axial y resistencia a compresión diagonal de murete.

**Tabla I .** Muestras en estado frescos del mortero

Tipo de mortero	Muestra	Contenido de aire	Peso unitario	Fluidez	Total
Mortero modificado	1:4	1	1	1	3
	5%	4	4	4	12
	10%	4	4	4	12
	15%	4	4	4	12
	20%	4	4	4	12
	Total, de muestra en estado fresco				

Nota: En la tabla se presentan los ensayos realizados con mortero en estado fresco, que abarcan un total de 51 muestras experimentales. Las dosificaciones utilizadas son de 1:4, además de incluir morteros modificados con porcentajes de ceniza de carbón del 5%, 10%, 15% y 20%. Estos ensayos se llevaron a cabo para evaluar el contenido de aire, el peso unitario y la fluidez, mostrando resultados claros y específicos para cada prueba realizada en el laboratorio.

**Tabla II .** Muestras en estado mecánico del mortero

Mortero	Muestras	Días	Propiedades en mecánicas en estado endurecido					
			Compresión	Flexión	Tracción	Adherencia	Compresión axial	Compresión diagonal
Modificado	1.4.	7	3	3	3	0	0	0
		14	3	3	3	0	0	0
		28	3	3	3	3	3	3
	5%	7	3	3	3	3	3	3
		14	3	3	3	3	3	3
		28	3	3	3	3	3	3
	10%	7	3	3	3	3	3	3
		14	3	3	3	3	3	3

	28	3	3	3	3	3	3
	7	3	3	3	3	3	3
15%	14	3	3	3	3	3	3
	28	3	3	3	3	3	3
	7	3	3	3	3	3	3
20%	14	3	3	3	3	3	3
	28	3	3	3	3	3	3
Sub total		45	45	45	39	39	39
Total					<b>252</b>		

Nota: La tabla presenta las propiedades mecánicas de las muestras en estado endurecido, con un total de 252 muestras sometidas a ensayo. Estas incluyen desde un patrón base hasta variantes modificadas que incorporan adiciones de ceniza de carbón en porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20%, con dosificación 1:4. Se realizaron pruebas para evaluar diferentes tipos de resistencia, incluyendo compresión, flexión, tracción, adherencia, compresión axial y compresión diagonal en muretes. Las muestras serán curadas durante 7, 14 y 28 días para determinar si alcanzan la resistencia requerida.

Muestreo, esta investigación se centró en llevar a cabo ensayos no probabilísticos, dado que se emplea una selección aleatoria con el fin de optimizar el análisis de las variables en estudio

Criterio de selección, Se orienta hacia la inclusión, ya que se encuentra dentro de los parámetros establecidos para el departamento de la región norte.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos, El proceso inductivo se inicia a partir de la observación, lo que permite reunir información sobre cada uno de los aspectos que se están estudiando, ya sea en relación con características biológicas o con la resistencia física y mecánica del mortero. Hernández., 2019, subraya la relevancia de mantener un orden estricto al definir o alcanzar un objetivo, lo que permite obtener conclusiones precisas en los estudios [47].

Instrumento de recolección de datos, Siguiendo las regulaciones correspondientes a cada muestra, se realizó el análisis utilizando los programas de Microsoft Excel necesarios

para organizar los datos obtenidos en tablas y gráficos. Esta metodología garantiza resultados muy confiables, los cuales serán de gran ayuda para respaldar mi investigación al finalizarla.

### Procedimiento de análisis de datos

Este estudio se enfoca en un "análisis descriptivo", cuyos resultados se interpretarán a través de un flujograma. Además, se detallarán las características de cada elemento y se analizará el comportamiento observado en el estudio relacionado con el mortero de albañilería.

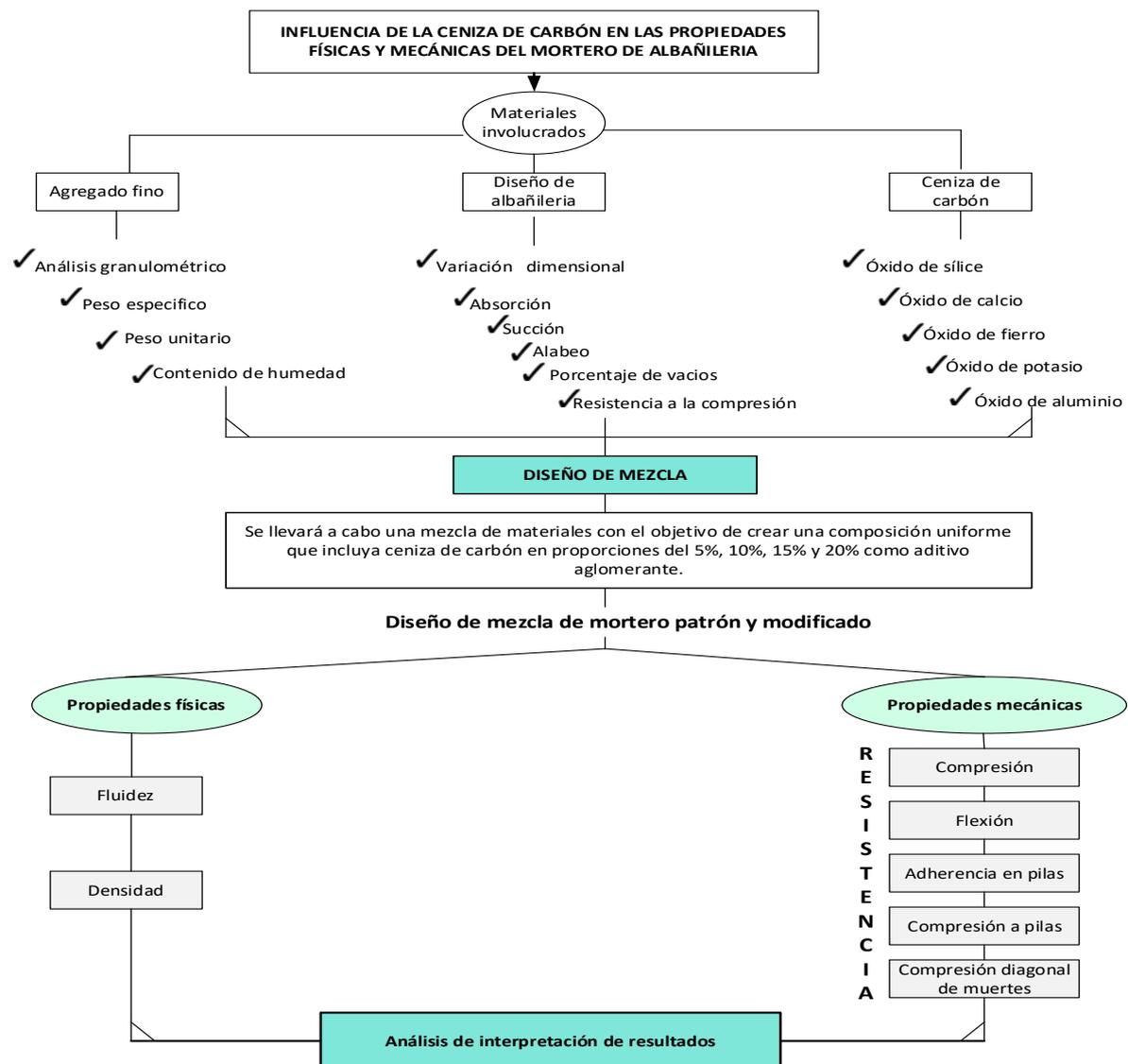


Fig.3. Procedimiento de variable de estudios

## **Criterios éticos**

El consejo universitario., [48], Se hace referencia, mediante una directiva, a la normativa de los incisos indicados en el artículo número 28, en relación con el estado de la USS. Esto conduce a la aprobación de la respuesta actualizada de acuerdo con los principios éticos en la investigación, los cuales se explican en los artículos posteriores.

El consejo universitario, conforme al **artículo 8º**, de la Ley Universitaria No. 30220, ejerce la autonomía que es propia de las universidades, de acuerdo con lo que establece la Constitución, esta ley y otras normativas pertinentes. Esta autonomía se manifiesta en diferentes áreas, incluyendo la normativa, el gobierno, lo académico, lo administrativo y lo económico. De esta manera, se orienta por la autonomía establecida en la Constitución Política del Perú, la Ley Universitaria N.º 30220 y las normativas que regulan los procedimientos administrativos, con el propósito de lograr los objetivos definidos en su Estatuto [49].

**El Artículo 9**, establece que la ética institucional en la investigación, especialmente en contextos interdisciplinarios, debe ser guiada por la autoridad y la decisión, priorizando el respeto por la vida, la naturaleza y la salud. Es importante señalar que las normas éticas, tanto a nivel nacional como internacional, acordadas en Perú, condenan de manera contundente las malas prácticas en la ciencia que comprometen los valores y la integridad, con el objetivo de orientar adecuadamente la labor científica.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

En relación con la evaluación de las propiedades físico-químicas de la ceniza de carbón, se emplea el ensayo digestión acida y determinación de metales

Tabla III . Digestión acida y determinación de metales

Parámetro (mg/kg)	LCM*	CCA (Mg/Kg)
Plata - Ag	0.019	<LCM
Aluminio	0.023	8524.0147
Arsénico - As	0.005	0.0064
Boro - B	0.026	0.1256
Bario - Ba	0.004	88.97
Berilio - Be	0.003	<LCM
Bismuto - Bi	0.016	<LCM
Calcio - Ca	0.124	25904.2328
Cadmio - Cd	0.002	<LCM
Cerio - Ce	0.004	<LCM
Cobalto - Co	0.002	0.6587
Cromo - Cr	0.003	<LCM
Cobre - Cr	0.018	259.8705
Hierro - Fe	0.023	6982.5419
Potasio - K	0.051	3025.997
Litio - Li	0.005	<LCM
Magnesio - Mg	0.019	2014.5685
Magnesio - Mn	0.003	357.7416
Molibdeno - Mo	0.002	0.0658
Sodio - Na	0.026	652.0147
Niquel - Ni	0.006	1.5298
Fósforo - P	0.024	205.6987
Plomo - Pb	0.004	<LCM
Azufre - S	0.091	1325.6657
Antimonio - Sb	0.005	<LCM
Selenio - Se	0.007	<LCM
Silicio - Si	0.104	43258.4110
Estaño - Sn	0.007	0.2956
Estroncio - Sr	0.003	0.0014
Titanio - Ti	0.004	<LCM
Talio - Tl	0.003	<LCM
Uranio - U	0.004	<LCM
Vanadio - V	0.004	0.0235
Zinc - Zn	0.018	255.2947
Mercurio - Hg	0.003	<LCM
<b>Metodología</b>	EPA 200.7 para la determinación de metales	

El texto presenta una tabla que detalla las concentraciones de diversos metales en una muestra, expresadas en miligramos por kilogramo (mg/kg). Cada metal listado tiene dos

columnas adicionales: una que indica el Límite de Concentración Máxima (LCM) y otra que muestra la Concentración en el Caso Analizado (CCA).

Referente a las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional, se tiene:

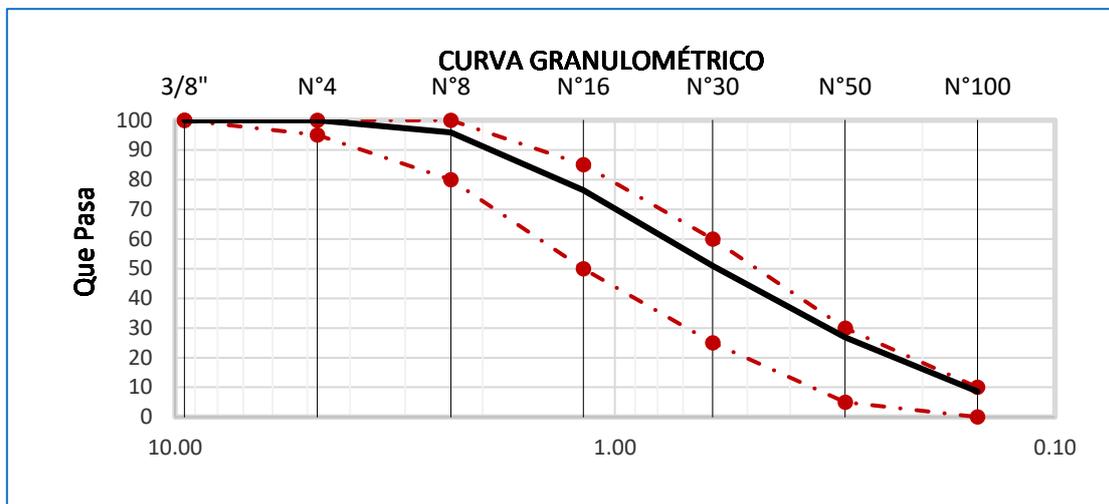


Fig.4. Curva granulométrica de la arena

Se puede notar que la curva granulométrica presenta una elevada cantidad de partículas finas, dado que un alto porcentaje de estas logra pasar a través de las mallas más pequeñas. Esto indica que la arena, con un peso de muestra de 500.00 g, con un módulo de finiza 2.45, un C.H del 0.81%, absorción 1.22% y un P.E.M de 2.476 gr/cm<sup>3</sup>.

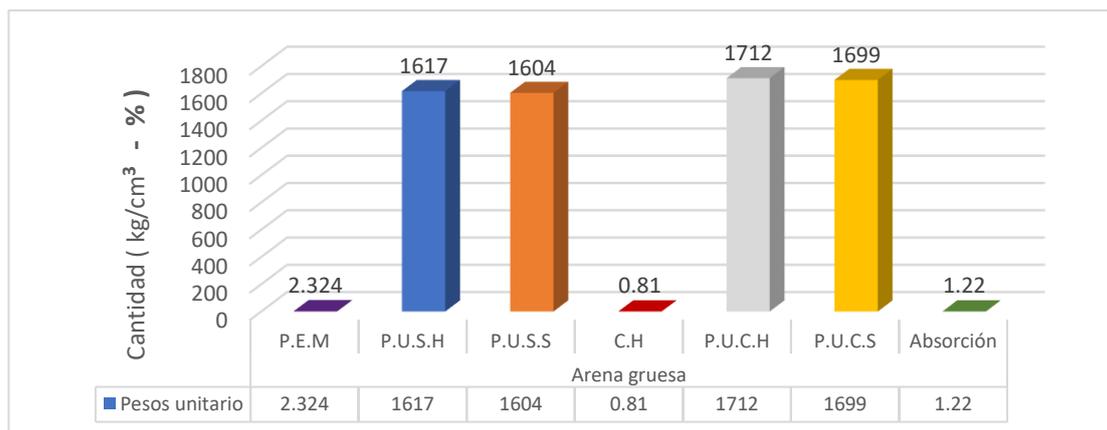
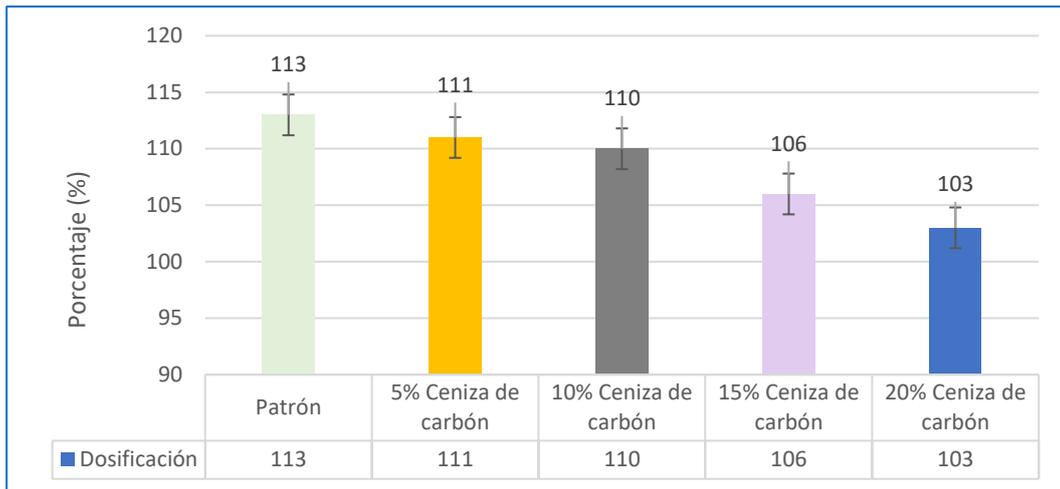


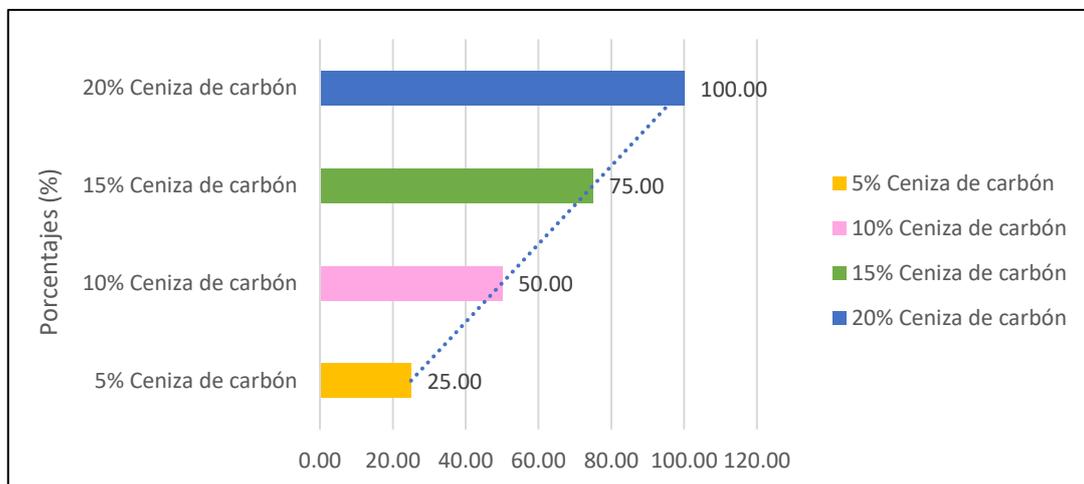
Fig.5. Pesos unitario y contenido de humedad

Se detalla en la figura 5, el peso específico de masa con un valor 2.324 gr/cm<sup>3</sup>; con un P.U.S.H con 1617kg/cm<sup>3</sup>; un P.U.S.S con 1604 kg/cm<sup>3</sup>; un C.H con 0.81%; un P.U.C.H. con un valor 1712 kg/cm<sup>3</sup>; P.U.C.S con 1699 kg/cm<sup>3</sup> y por último una absorción 1.22%.



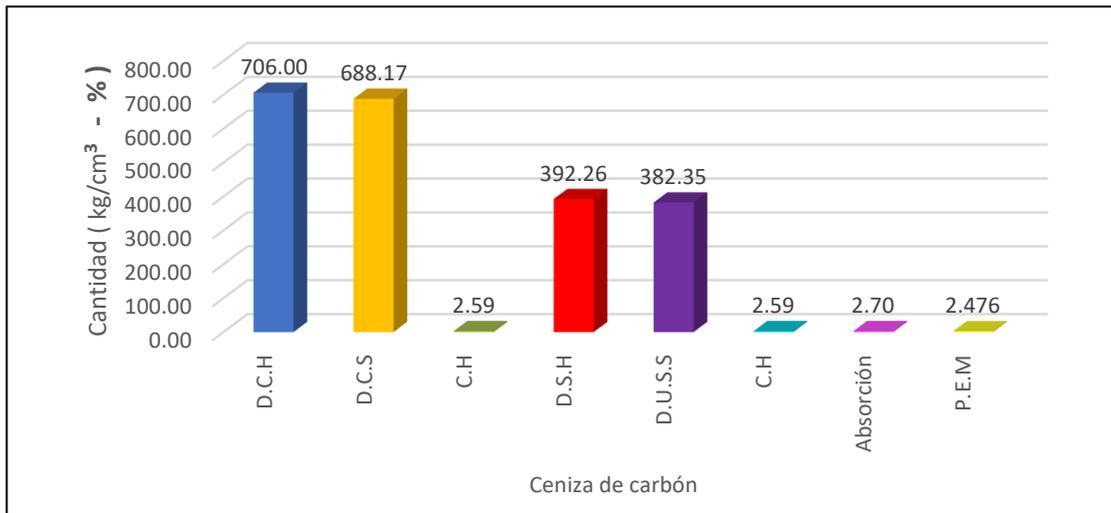
**Fig.6.** Dosificación del Mortero

El propósito este ensayo es analizar y cuantificar diversas propiedades del mortero, tales como su resistencia a la compresión, su trabajabilidad, la capacidad de retención de agua y su durabilidad. En el análisis, se presenta un patrón inicial que muestra un valor del 113%. Sin embargo, al incorporar ceniza de carbón en la mezcla, se observa una disminución en el porcentaje de facilidad para mezclar y aplicar el mortero. Finalmente, al utilizar una muestra que contiene un 20% de ceniza de carbón, se obtiene un valor de 103%.



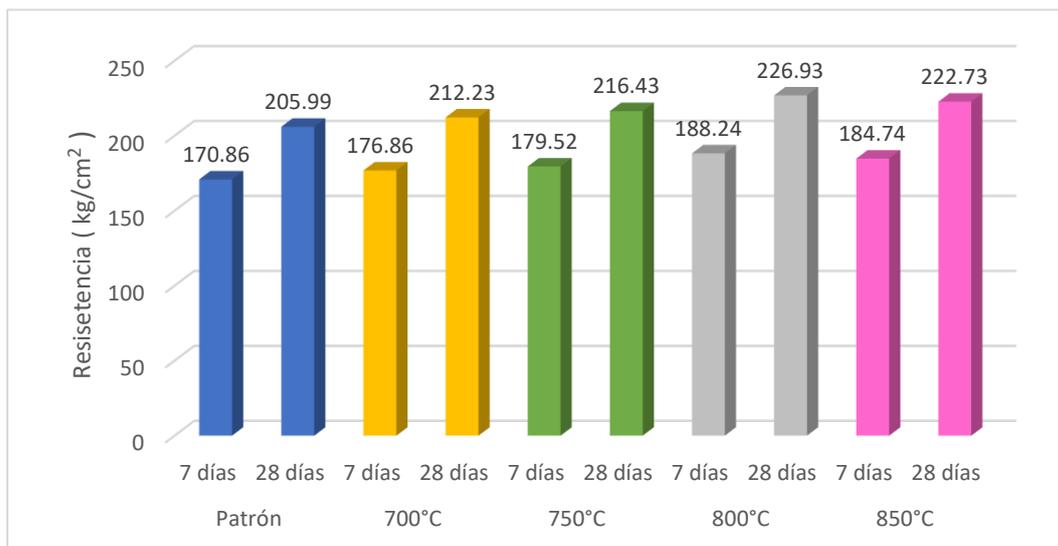
**Fig.7.** Fluidez de pasta de mortero

En la figura 7, representada se muestra el diseño de la mezcla inicial y las variaciones con distintas proporciones de ceniza de carbón. Se observa que al utilizar un 20% de CC, logra un notable incremento en la fluidez y facilidad de manipulación, alcanzando un valor del 100.00%, en contraste con las otras muestras.



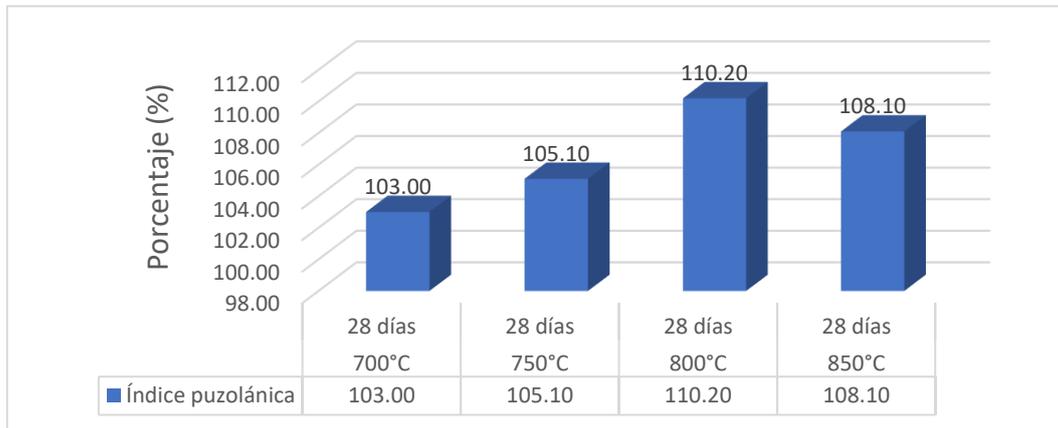
**Fig.8.** Densidad suelta aparente de la ceniza de carbón

Se detalla la diferente densidad suelta aparente ayuda a determinar cómo se puede utilizar la ceniza de carbón en diferentes aplicaciones, como en la fabricación de morteros, concretos y otros productos de construcción.



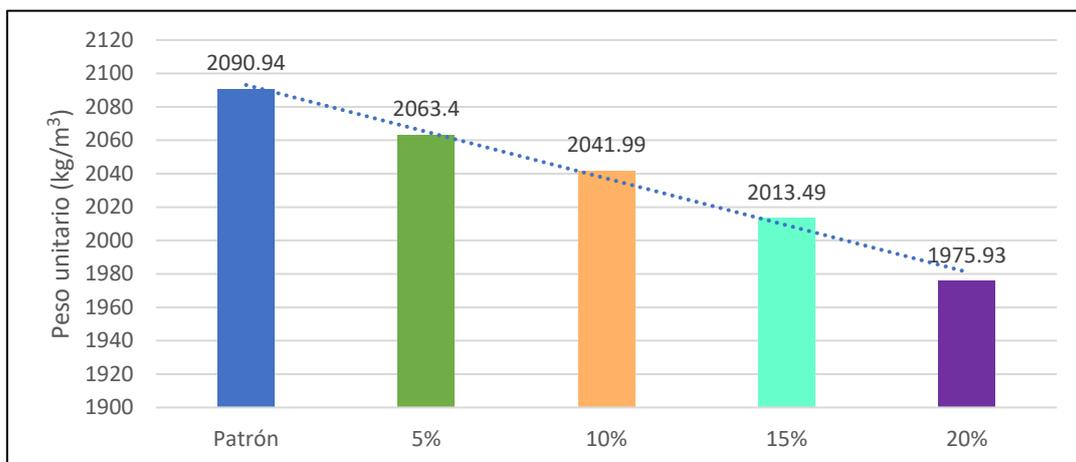
**Fig.9.** Ceniza de carbón aplicada a diferentes temperaturas (°C)

Se describen los ensayos de temperatura del carbón realizados a los 7 y 28 días, en los cuales se evalúan cuatro temperaturas diferentes. El objetivo de estas pruebas es identificar la temperatura de quemado óptima. A partir de esta información, se procederá a desarrollar los procesos de elaboración de muestras, los cuales estarán orientados a los ensayos de albañilería, de acuerdo con la norma NTP 334.051:2013.



**Fig.10.** Índice puzolánico de la ceniza de carbón

Se presentan los resultados obtenidos de las distintas temperaturas de quemado de la ceniza de carbón, con el fin de establecer el porcentaje de índice puzolánico en relación con el cemento. Se ha determinado que, a una temperatura de 800 °C, después de 28 días, el índice alcanzó un valor de 110.20%.

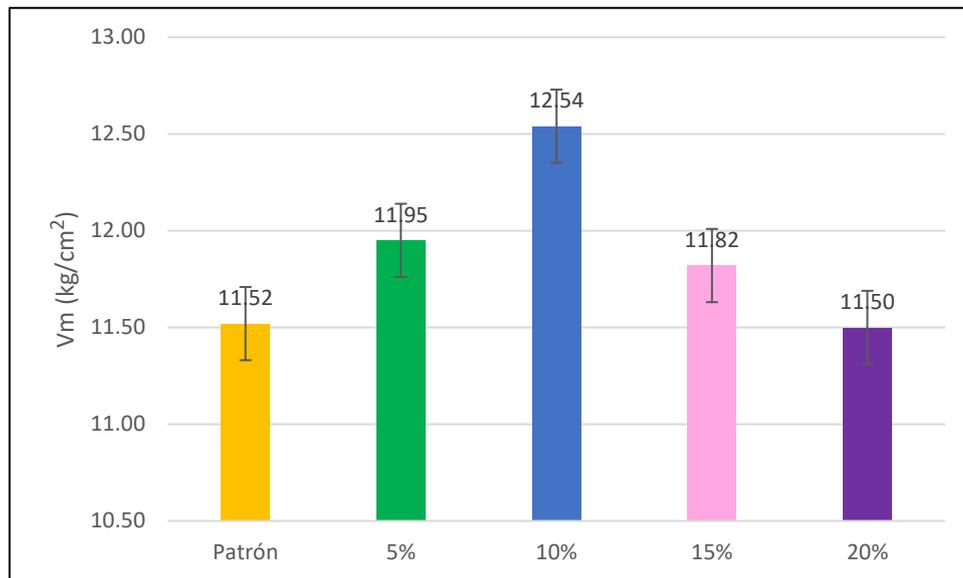


**Fig.11.** Pesos volumétricos del mortero agregando ceniza de carbón

Se detalla el peso volumétrico se calcula como la masa del mortero dividido por su volumen. Al agregar ceniza de carbón, se puede observar cómo esta modificación influye en el peso total del mortero, lo que puede tener implicaciones en su uso en aplicaciones de construcción, como la reducción del peso del material, la mejora de la eficiencia en el transporte y la manipulación. se muestra un patrón 2090.94 kg/m<sup>3</sup> y mientras se va agregando

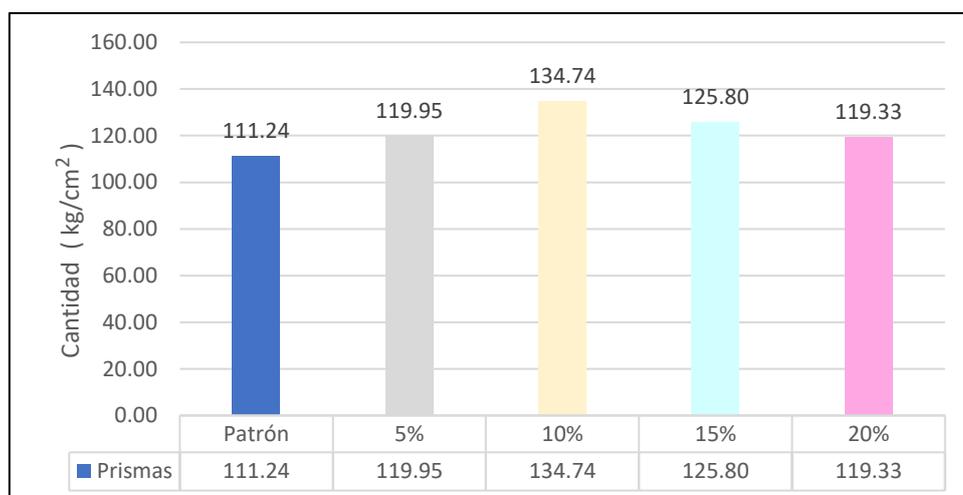
ceniza de carbón en dosificaciones altas, genera un valor por debajo del patrón, al 20% arroja 19.75.93kg/m<sup>3</sup>.

**Determinar las propiedades mecánicas del mortero patrón y mortero con adición de ceniza de carbón 5%; 10%; 15%; 20%, para ensayos experimentales.**



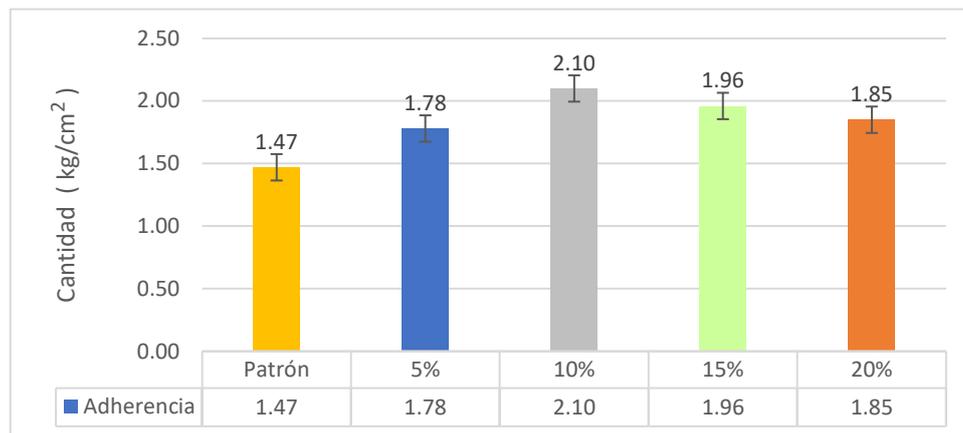
**Fig.12.** Resistencia a compresión diagonal de muretes

En la figura 12, se puede observar el ensayo de la diagonal de muretes en relación con los porcentajes de ceniza de carbón. Este ensayo muestra un resultado notable al añadir un 10% de ceniza, lo que da como resultado un valor de V<sub>m</sub> de 12.54 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los resultados de los otros ensayos realizados.



**Fig.13.** Compresión de prismas de albañilería

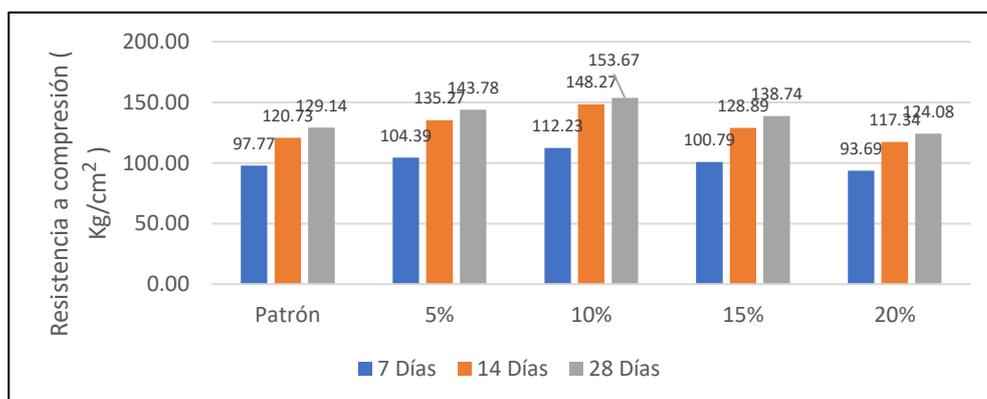
Se detalla la resistencia a la compresión de estructuras de albañilería, que generalmente están compuestas por ladrillos, bloques u otros materiales similares. En este ensayo, se someten prismas de albañilería a una carga axial hasta que se produce la falla o ruptura del material. Se puede observar que el 10% arroja un valor 134.74 kg/cm<sup>2</sup> a diferencia de las demás muestras ensayadas.



**Fig.14.** Resistencia de adhesión del mortero

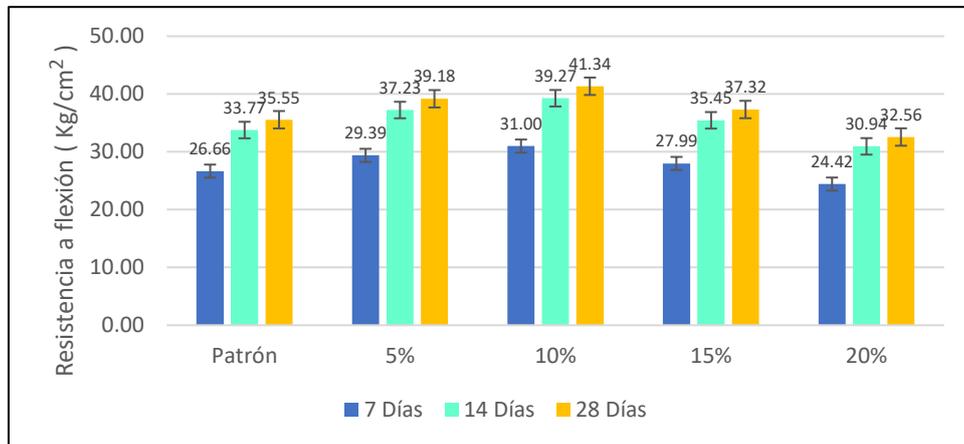
En la figura 14, se evidencia la resistencia de adhesión donde se evalúa mediante ensayos que miden la fuerza necesaria para separar el mortero del material al que está adherido. Se evidencia que el 10% de ceniza de carbón en el mortero arroja un 2.10kg/cm<sup>2</sup> teniendo una alta resistencia de adhesión asegura que las uniones entre los elementos de construcción sean fuertes y resistentes a las fuerzas externas. A diferencia de los demás ensayos experimentales.

**Determinar el mejor resultado óptimo que arrojó para la muestra de ceniza de carbón en las propiedades física y mecánicas del mortero**



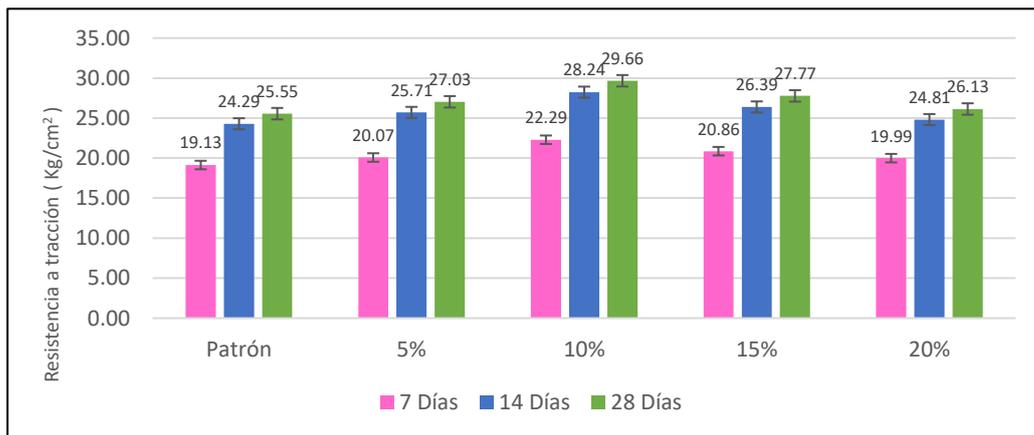
**Fig.15.** Resistencia a la compresión para mortero de albañilería

Se detalla una resistencia a la compresión agregando un 10% de ceniza de carbón obteniendo un resultado óptimo a los 28 días con un valor de 153.67kg/cm<sup>2</sup> donde se mide a través de ensayos en los que se aplica una carga creciente al mortero hasta que se produce la ruptura.



**Fig.16.** Resistencia a la flexión para mortero de albañilería

Se aprecia resultados de estas pruebas que son cruciales para determinar la calidad y el rendimiento del mortero en aplicaciones de construcción, asegurando que sea adecuado para soportar las tensiones a las que estará expuesto en una estructura de albañilería. Se puede determinar que el 10% de ceniza de carbón en el diseño genera un 41.34 kg/cm<sup>2</sup> ensayadas a los 28 días.



**Fig.17.** Resistencia a la tracción para mortero de albañilería

Se detalla en la figura de Resistencia a la tracción resultado categórico del 10% de ceniza de carbón arrojando un valor de 29.66 kg/cm<sup>2</sup>, donde se refiere a la capacidad del mortero para resistir fuerzas que tienden a estirarlo o separarlo sin romperse. A diferencias de las demás muestras analizadas.

### 3.2. Discusión

**O.E<sub>1</sub>:** Referente a la evaluación química de la ceniza de carbón utilizando el ensayo digestión acida y determinación de metales, se obtiene que la ceniza cumple con el estándar indicado en material puzolánica, indicando un parámetro de estudio de diversos metales en una muestra, expresadas en miligramos por kilogramo (mg/kg). Cada metal listado tiene dos columnas adicionales: una que indica el Límite de Concentración Máxima (LCM) y otra que muestra la Concentración en el Caso Analizado (CCA). Según los estudios de Brossat et al., [24], refiere que la temperatura es importante para determinar los valores indicados para un estudio químico afirmaron que estas cenizas representan un sustituto eficaz del agente aireante en la producción de morteros aireados, respaldando la investigación. por otro lado, Castillo., [18], refiere que las temperaturas son bajas ya que para hallar el material puzolánico rico en sílice se tiene que quemar a altas temperaturas como se ha hecho su estudio donde se practicó temperaturas del 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C, determinando excelentes resultados, estando en desacuerdo con el estudio. Quintero., [31], da su aporte de que los ensayos de fluorescencia de rayos X (FRX), se emplearon diversas técnicas analíticas, incluyendo la difracción de rayos X (DRX), son mejores ensayos que digestión acida ya que determina mejor las propiedades de la ceniza de carbón.

**O.E<sub>2</sub>:** referente a las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional, se tiene resultados desde la curva granulométrica de la arena con un peso de muestra de 500.00 g, con un módulo de fineza 2.45, un C.H del 0.81%, absorción 1.22% y un P.E.M de 2.476 gr/cm<sup>3</sup>. Teniendo una fluidez que con el 20% de CC, logra un notable incremento en la fluidez y facilidad de manipulación, alcanzando un valor del 100.00%, en contraste con las otras muestras. Presentando un Índice puzolánico de la ceniza de carbón a una temperatura de 800 °C, después de 28 días, el índice alcanzó un valor de 110.20%.por último referente a los Pesos volumétricos del mortero agregando ceniza de carbón. Es por ello que se analiza los estudios por Valdes., [26], donde refiere que es principal ver el tema de las propiedades físicas ya que de ahí se logra buenos resultados, por otro lado se permitieron determinar la

proporción ideal de sustitución y la calidad de la ceniza volante que se puede utilizar como adición en cementos compuestos, contribuyendo así a mejorar la sostenibilidad, estando de acuerdo con este estudio. Zakka et al., [23], menciona que los agregados que se utilizan deben de ser de canteras que cumpla las normas técnicas. Los estudios por Liew et al., [22], dan un aporte interesante de que propusieron evaluar cómo diferentes proporciones de cenizas de fondo de carbón afectan las propiedades del cemento y los morteros, siendo el 15% el nivel óptimo que ofreció el mejor rendimiento, apoyando a la investigación demostrada con fines de albañilería.

**O.E<sub>3</sub>:** se determinó los ensayos mortero patrón y mortero con adición de ceniza de carbón 5%; 10%; 15%; 20%, donde se tiene un resultado notable al añadir un 10% de ceniza, lo que da como resultado un valor de  $V_m$  de  $12.54 \text{ kg/cm}^2$ . Para Compresión de prismas de albañilería, se someten prismas de albañilería a una carga axial hasta que se produce la falla o ruptura del material. Se puede observar que el 10% arroja un valor  $134.74 \text{ kg/cm}^2$  a diferencia de las demás muestras ensayadas. En lo que es resistencia de adhesión donde se evalúa mediante ensayos que miden la fuerza necesaria para separar el mortero del material al que está adherido. Se evidencia que el 10% de ceniza de carbón en el mortero arroja un  $2.10 \text{ kg/cm}^2$  teniendo una alta resistencia de adhesión asegura que las uniones entre los elementos de construcción sean fuertes y resistentes a las fuerzas externas. Los estudios por Burgos et al., [27], refiere que la ceniza en versión volante con alto contenido de carbón en los morteros ofrece una mayor durabilidad, sugiriendo que estas mezclas podrían ser una alternativa viable para su aplicación en ambientes agresivos, apoyando la investigación dada. Biajawi et al., [28], menciona que la ceniza de carbón al 20 % puede ser empleada con éxito como un material puzolánico y un sustituto parcial del cemento, lo que mejora tanto la reactividad puzolánica como la habilidad del mortero para soportar la compresión, estando de acuerdo con el estudio. Por último, aporte, Dawczynski y Tagle [29, 30], manifestarán ambos autores ya que coinciden en los resultados que la adición de ceniza de carbón en un 10% mejora la resistencia a compresión del mortero. Apoyando a este estudio realizado ya

que es una alternativa apropiada para su uso en aplicaciones para diseño de albañilería en la actualidad.

**O.E<sub>4</sub>:** referente al resultado óptimo que arrojó para la muestra de ceniza de carbón, se tiene, para resistencia a la compresión agregando un 10% de ceniza de carbón obteniendo un resultado óptimo a los 28 días con un valor de 153.67kg/cm<sup>2</sup>. Para Resistencia a la flexión Se puede determinar que el 10% de ceniza de carbón en el diseño genera un 41.34 kg/cm<sup>2</sup> ensayadas a los 28 días y por último ensayo Resistencia a la tracción resultado categórico del 10% de ceniza de carbón arrojando un valor de 29.66 kg/cm<sup>2</sup>, donde se refiere a la capacidad del mortero para resistir fuerzas que tienden a estirarlo o separarlo sin romperse. Con respecto por Castillo., [18], determina que Se eligieron cuatro muestras de ceniza de carbón, las cuales fueron sometidas a diferentes temperaturas de combustión: 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C determinaron que al añadir un 13% de ceniza de carbón, esta resistencia aumentó al 109.00%, generando un buen aporte al área de la ingeniería, estando en acuerdo con lo investigado. Zavaleta., [19], menciona que se determinó que el uso de ceniza volante es viable en pequeñas cantidades, lo que favorece la sostenibilidad en el sector de la construcción, estando en acuerdo con la investigación dada. Por último, aporte Quispe y Rojas., [32], manifiesta que está de acuerdo con el estudio dado ya que se determinó que la sustitución de arcilla por ceniza de carbón vegetal puede mejorar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V en pequeñas proporciones, especialmente en un 5%, determinando una excelente resistencia a compresión. Yáñez., [33], manifiesta que utilizar ceniza de carbón la mezcla del mortero genera buenos resultados permitieron identificar el porcentaje óptimo de reemplazo de la ceniza y la pureza necesaria para asegurar un rendimiento adecuado en los morteros.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Se estableció que el mejor carbón se quema a una temperatura de 800 °C, alcanzando a los 28 días un valor de resistencia de 226.93 kg/cm<sup>2</sup>. Este carbón fue analizado mediante un ensayo químico para evaluar la digestión ácida y la presencia de metales. Los resultados mostraron un contenido de Silicio (Si) de 0.104, de Azufre (S) de 0.091 y de Zinc (Zn) de 0.018. Estos hallazgos indican que la ceniza tiene un buen potencial puzolánico, lo que la hace adecuada para ser utilizada como aditivo aglomerante en el diseño de mezcla del mortero.

En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas del mortero, se observó que el peso específico de la masa es de 2.324 gr/cm<sup>3</sup>. Además, se registraron los siguientes valores: un P.U.S.H de 1617 kg/cm<sup>3</sup>, un P.U.S.S de 1604 kg/cm<sup>3</sup>, un C.H de 0.81%, un P.U.C.H de 1712 kg/cm<sup>3</sup> y un P.U.C.S de 1699 kg/cm<sup>3</sup>. Por último, la absorción se determinó en un 1.22%. Estos resultados indican que se trata de un material de buena calidad que cumple con los estándares requeridos para aplicaciones en albañilería.

En las pruebas realizadas con mortero patrón y mortero que incluye ceniza de carbón, se encontró que la adición de un 10% de ceniza produce resultados notables. En los muretes, se alcanzó un valor de Vm de 12.54 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, en las pruebas de primas, el mismo porcentaje generó un valor de 134.74 kg/cm<sup>2</sup>, destacándose en comparación con otras muestras en términos de resistencia de adhesión. Esta resistencia, medida por la fuerza necesaria para despegar el mortero, fue de 2.10 kg/cm<sup>2</sup>, asegurando uniones sólidas entre los elementos de construcción

Los resultados óptimos indican que al incorporar un 10% de ceniza de carbón, la resistencia a la compresión alcanza 153.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. En cuanto a la resistencia a la flexión, este mismo porcentaje genera un valor de 41.34 kg/cm<sup>2</sup>, también a los 28 días. Además, la resistencia a la tracción se sitúa en 29.66 kg/cm<sup>2</sup> con la adición del 10% de ceniza

de carbón. Estos hallazgos demuestran que esta incorporación mejora el rendimiento en todos los parámetros evaluados.

#### **4.2. Recomendaciones**

Llevar a cabo un nuevo estudio físico-químico, específicamente la determinación de caliza, es esencial para cuantificar la cantidad de calcio presente en una muestra. Esto se realizará mediante el método gravimétrico, que permitirá identificar la proporción de este elemento calcáreo.

La obtención del agregado de la cantera La Victoria, ubicada en Pátapo, es fundamental, ya que cumple con los estándares de calidad necesarios. Esto asegura que se logren resultados óptimos en el proceso de diseño de la mezcla de mortero para los ensayos experimentales.

Es fundamental proporcionar la cantidad exacta de ceniza de carbón a la mezcla, ya que un exceso de este material puede reducir considerablemente tanto la resistencia como la trabajabilidad, lo que a su vez impacta de manera negativa las propiedades microestructurales del mortero.

Es crucial tener mucho cuidado durante la etapa de diseño de la mezcla de mortero, ya que los materiales utilizados pueden ser vulnerables a la contaminación por diferentes factores, lo que podría influir negativamente en su resistencia óptima y en el resultado final.

## REFERENCIAS

- [1] J. Hubert, S. Grigoletto, F. Michel, Z. Zhao and L. Courard, "Development and Properties of Recycled Biomass Fly Ashes Modified Mortars," *Recycling*, vol. 09, no. 03, p. 23134321, 2024.
- [2] D. Runganga, F. Okonta and I. Musonda, "Strength and Durability Properties of High-Volume Fly Ash (HVFA) Binders: A Systematic Review," *CivilEng*, vol. 05, no. 02, pp. 435 - 460, 2024.
- [3] Z. Liu, K. Duan, M. Zhou, H. Zhang, S. Luo, K. Fang and D. Wang, "State-of-the-art Utilization of Coal Gangue in Civil Engineering Materials," *Cailiao Daobao/Materials Reports*, vol. 38, no. 10, p. 23050198, 2024.
- [4] Z. Li, J. Zhao and X. Qiu, "Recycling of coal gasification fine ash as a cement cleaning substitute: Performance, microstructure, and sustainability assessment of blended cement," *Journal of Cleaner Production*, vol. 465, p. 142756, 2024.
- [5] J.-H. Kim, H. Moon and C.-W. Chung, "Evaluation on Properties of Cement Mortar and Brick Using Magnetically Separated Coal Power Plant Bottom Ash," *International Journal of Concrete Structures and Materials*, vol. 18, no. 01, p. 19760485, 2024.
- [6] J. Fořt, J. Šál, M. Keppert, M. Mildner, P. Hotěk, A. Śłosarczyk, Ł. Klapiszewski and R. Černý, "Durability analysis of sustainable mortars with biomass fly ash as high-volume replacement of portland cement," *Journal of Building Engineering*, vol. 91, p. 109565, 2024.
- [7] X. Shen, W. Luo, P. Ren and Z. Wan, "Performance of sustainable ternary blended cement containing municipal solid waste incineration fly ash coupled with slag, coal fly ash or metakaolin," *Journal of Building Engineering*, vol. 82, p. 108301, 2024.
- [8] E. Vasanelli, S. Calò, A. Cascardi and M. A. Aiello, "The Use of Lightweight Aggregates in Geopolymeric Mortars: The Effect of Liquid Absorption on the Physical/Mechanical Properties of the Mortar," *Materials*, vol. 17, no. 08, p. 1798, 2024.
- [9] S. Sharma and A. K. Vyas, "Valorisation of pond ash as replacement of fine aggregate in cement mortars for practical applications," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1326, p. 17551307, 2024.
- [10] Y. Yang, K. Takasu, H. Suyama, X. Ji, M. Xu and Z. Liu, "Comparative Analysis of Woody Biomass Fly Ash and Class F Fly Ash as Supplementary Cementitious Materials in Mortar," *Materials*, vol. 17, no. 15, p. 3723, 2024.
- [11] R. G. Juanir, S. E. L. Gudia, A. W. Go, M. B. Giduquio, C. Gunarto and J. B. Jamora, "Class-C fly ash from coal as a partial substitute in cement-based paste and mortar design mix – A case in the Philippines," *Sustainable Materials and Technologies*, vol. 39, p. e00813, 2024.
- [12] K. Doughmi and K. Baba, "Eco-friendly isolant composite mortars based on natural pozzolan, fly ash and plastic fibers," *E3S Web of Conferences*, vol. 412, p. 01075, 2023.

- [13] J. Fernández Rojas, "Análisis de respuesta sísmico-estructural de muros de albañilería, reforzadas con fibra de Carbono - Instituto Nacional de Salud del Niño Breña -2019," Lima Norte, 2019.
- [14] I. B. Ramos Sánchez, "Reforzamiento estructural con encamisado de fibra de carbono en columna para vivienda de 3 pisos en Santa Anita, 2019," Lima Norte, 2019.
- [15] L. G. Hilario Rojas, "Reforzamiento con fibra de carbono en elementos estructurales de albañilería confinada en viviendas unifamiliares, Carabaylo 2022," Lima Norte, 2019.
- [16] R. M. Cruz Solar and G. V. Salinas Lobaton, "Análisis de los residuos de carbón y la resistencia a la compresión del concreto, Perú 2022," 2023.
- [17] A. S. Garcia Quilca and L. E. Quito Cabello, "Influencia de la ceniza de carbón vegetal en las propiedades del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el barrio centenario, Huaraz, Ancash – 2021," Lima Norte, 2021.
- [18] H. G. Castillo Guevara, "Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero de Albañilería," Pimentel, 2023.
- [19] V. L. A. Zavaleta, "Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2019," 2020.
- [20] Y. Avila, J. de Brito and R. V. Silva, "Pre-treated municipal solid waste bottom ash as alkali-activated mortar precursor," *Magazine of Concrete Research*, p. 00249831, 2024.
- [21] M. I. Al Biajawi, R. Embong, K. Muthusamy, H. A. Jabar, N. Hilal and F. M. Nazri, "On the Post-Heat Behavior of Cement Mortar Containing Mechanically Modified Ground Coal Bottom Ash," *Salud, Ciencia y Tecnologia - Serie de Conferencias*, vol. 03, p. 813, 2024.
- [22] J. J. Liew, C. B. Cheah, K. L. P. Khaw, R. Siddique and W. Tangchirapat, "Blended cement and mortar with various low-calcium ground coal bottom ash content: Engineering characteristics, embodied carbon and cost analysis," *Construction and Building Materials*, vol. 425, p. 135987, 2024.
- [23] W. P. Zakka, N. H. A. S. Lim, M. C. Khun, M. Samadi, O. Aluko and C. Odubela, "Short-term residual characteristics of ambient-cured green geopolymer mortar exposed to elevated temperatures," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 31, no. 17, pp. 25129 - 25146, 2024.
- [24] M. Brossat, E. Prud'homme, M. Lupsea-Toader, D. Blanc and C. de Brauer, "Characterization of lightweight aerated mortars using waste-to-energy bottom ash (WtE-BA) as aerating agent," *Journal of Environmental Management*, vol. 356, p. 120443, 2024.
- [25] A. A. O. Rosado, "Diseño de Mezcla Para Mortero de Ceniza Volante Activados," BOGOTA, 2020.
- [26] L. A. Y. Valdes, "Tecnologías de mejoramiento de la ceniza volante con altos contenidos de carbón y sus beneficios al utilizar ceniza mejorada como adición al cemento portland," SANTIAGO - CHILE, 2019.

- [27] D. M. Burgos, D. E. Angulo and R. M. d. Gutiérrez, "Durabilidad de morteros adicionales con cenizas volantes de alto contenido de carbón," *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, vol. 32, no. 01, pp. 0255-6952, 2022.
- [28] M. I. Al Biajawi, R. Embong, A. Kusbiantoro and H. A. Aljabbar, "Influencia de diversos tamaños de partículas de cenizas de fondo de carbón como material cementante suplementario en las propiedades puzolánicas," *Springer Proceedings in Materials*, vol. 40, pp. 297 - 308, 2024.
- [29] S. Dawczyński, "Impacto del tiempo y del tiempo de mezcla en la resistencia a la flexión del mortero activado con álcali de cenizas volantes," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2928, p. 150010, 2023.
- [30] C. Tagle Delgado, "Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10 % y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac – Cusco 2017," 2019.
- [31] C. A. Quintero Guzmán, "Obtención de un motero refractario geopolimérico teniendo como materias primas cenizas de carbón, chamota de ladrillo y residuos arcillosos," 2023.
- [32] J. F. Quispe Alca and C. M. Rojas Pineda, "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal, Chimbote – 2022," Chiclayo, 2022.
- [33] L. A. Yáñez Valdés, "Tecnologías de mejoramiento de la ceniza volante con altos contenidos de carbón y sus beneficios al utilizar ceniza mejorada como adición al cemento portland," 2019.
- [34] C. E. Guerra Paucar, "Calidad de las Unidades de albañilería de arcilla según norma E.070 en la Provincia de Chiclayo," Chiclayo, 2023.
- [35] Epa, "Hoja informativa: Ceniza de carbón," 2023. [Online]. Available: [https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/CCR%20\\_Fact\\_Sheet\\_June2023\\_Spanish.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/CCR%20_Fact_Sheet_June2023_Spanish.pdf).
- [36] J. D. Solórzano Sánchez, "Estudio de las cenizas de fondo de caldera de bagazo y/o carbón como sustituto del clinker y/o adición para mortero por medio de tratamiento químico alcalino," 2023.
- [37] G. CHRYSO, *Usos, beneficios y desventajas de las cenizas volantes en la construcción* | Chryso, 2020.
- [38] P. V. Castaño, *Cemento de entre las cenizas*, 2020.
- [39] C. valderoman león, "Cenizas volantes," 30 08 2024. [Online]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cenizas\\_volantes#Caracter%C3%ADsticas](https://es.wikipedia.org/wiki/Cenizas_volantes#Caracter%C3%ADsticas).
- [40] E. F. T. Perea, M. A. Bolaño, J. M. P. Giraldo and K. S. Berdugo, "DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS CENIZAS DE CALDERA EN EL SECTOR AZUCARERO POR MEDIO DE UN TRATAMIENTO FÍSICO," 2020.
- [41] A. López-Uceda, D. Cantador-Fernández, P. R. Da Silva, J. de Brito, J. M. Fernández-Rodríguez and J. R. Jiménez, "Mechanical and durability performance of self-compacting mortars made

with different industrial by-products as fillers," *Construction and Building Materials*, vol. 431, p. 136536, 2024.

- [42] E. Baran, M. Hynowski, Ł. Kotwica and J. Rogowski, "A Study of the Influence of Cement Addition and Humidity on the Mechanical Strength and Microstructure of Flue Gas Desulfurization Gypsum–Cement Plasters," *Materials*, vol. 17, no. 10, p. 2374, 2024.
- [43] M. Deng, X. Xie, J. Zhuo, Y. Él and K. Wang, "Estudio experimental sobre los productos de resistencia e hidratación de mortero de cemento con polvos reciclados híbridos a base de estabilización con cemento de residuos de construcción industrial de agregado triturado," *Materiales*, vol. 16, no. 12, p. 19961944, 2023.
- [44] A. Lopez Zaga, "Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillo macizo de mortero cemento arena modificado con cenizas de eucalipto, Huamanga, Ayacucho 2022," Lima Norte, 2022.
- [45] Hernández Sampieri, Roberto, "Metodología de la investigación," Sexta edición, Mexico, 2019.
- [46] P. Ojeda, «Universo, población y muestra,» *Acta académica*, pp. 3-4, 2020.
- [47] R. Hernández Sampieri, "Metodología de la investigación," Sexta edición, Mexico, 2019.
- [48] C. universitario, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS," Pimentel, 2023.
- [49] universitario, Consejo, "Del régimen disciplinario," Pimentel, 2023.
- [50] S. Poudel, S. Menda, J. Useldinger-Hoefs, L. E. Guteta, B. Dockter and D. S. Gedafa, "The Use of Ground Coal Bottom Ash/Slag as a Cement Replacement for Sustainable Concrete Infrastructure," *Materials*, vol. 17, no. 10, p. 2316, 2024.
- [51] E. J. Rey Bouzón, "Cenizas de fondo de carbón problemática, caracterización y uso como árido en morteros y hormigones," 2017.
- [52] J. S. Casas Garay, "Ceniza de Carbón Mineral para Estabilización de Suelos Cohesivos en Subrasante," 2021.
- [53] D. Burgos, D. E. A. Ramirez and R. Mejía, "DURABILIDAD DE MORTEROS ADICIONADOS CON CENIZAS VOLANTES DE ALTO CONTENIDO DE CARBÓN," 2020.
- [54] H. García Ortiz, "Efecto de la adición de ceniza volante y/o residuos mineros en la evolución estructural y desempeño mecánico del concreto (0 a 28 días).," 2023.
- [55] G. d. españa, "Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias," 2021. [Online]. Available: <https://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/24/diciembre-2011/valorizacion/propiedades-del-residuo/23/las-cenizas-volantes.html>.
- [56] J. P. A. Gutierrez, "Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera bella vista de tunjaboyacá," 2019.
- [57] V. R. B. Angelo and P. M. Yeremi, "Cenizas volantes de carbón para mejorar la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto," 2021.

- [58] L. C. Prieto, A. A. Montaña, A. Parra and J. D. Puerto-Suárez, "Evaluación Mecánica y Ambiental del Uso de Ceniza Volante con Activación Alcalina como Alternativa de Reemplazo Total del Cemento en la Elaboración de Tabletas Prefabricadas," *Información tecnológica*, vol. 30, no. 03, pp. 0718-0764, 2019.
- [59] B. A. Mollo Escalante and J. L. Rosas Lipa, "Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>," 2019.
- [60] R. J. Yapuchura Platero, "Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna.," 2019.
- [61] K. S. Alotaibi, "Utilización de ladrillos de arcilla cocidos triturados como reemplazo del agregado grueso en la mezcla de concreto," *Revista internacional de ingeniería civil*, pp. 267 - 274, 2022.

## **ANEXOS**

### Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b>	Acta de similitud .....	43
<b>Anexo 2.</b>	Acta de aprobación del asesor.....	44
<b>Anexo 3.</b>	Carta o correo de recepción del manuscrito remitido por la revista.....	45
<b>Anexo 4.</b>	Matriz de consistencia .....	46
<b>Anexo 5.</b>	Operacionalización de variables .....	47
<b>Anexo 6.</b>	Instrumento de recolección de datos .....	49
<b>Anexo 7.</b>	Panel fotográfico.....	50
<b>Anexo 8.</b>	Propiedades físicas de los agregados.....	57
<b>Anexo 9.</b>	Ensayo densidad de consolidación del mortero y temperaturas de la ceniza de carbón	60
<b>Anexo 10.</b>	Ensayo de fluidez y peso volumétrico del mortero .....	69
<b>Anexo 11.</b>	Unidades de albañilería en mortero .....	71
<b>Anexo 12.</b>	Diseño de mezcla del mortero .....	86
<b>Anexo 13.</b>	Ensayos de resistencias de diseño de albañilería .....	88
<b>Anexo 14.</b>	Precios unitarios de los materiales .....	103
<b>Anexo 15.</b>	Calibración de instrumentos de laboratorio .....	112
<b>Anexo 16.</b>	Validación de expertos.....	140
<b>Anexo 17.</b>	Instrumento de validación estadística con criterio jueces expertos. ....	150

Anexo 1. Acta de similitud

	<b>ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN</b>	Código:	F3.PP2-PR.02
		Versión:	02
		Fecha:	18/04/2024
		Hoja:	1 de 1

Yo, Dr. Salinas Vásquez Néstor Raúl (Coordinador de Investigación), he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Posgrado según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA** elaborado por la estudiante Barbaran Asalde Carolina Karem.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **16%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 31 de octubre de 2024.

---

Dr. Salinas Vásquez Néstor Raúl

Anexo 2. Acta de aprobación del asesor



ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

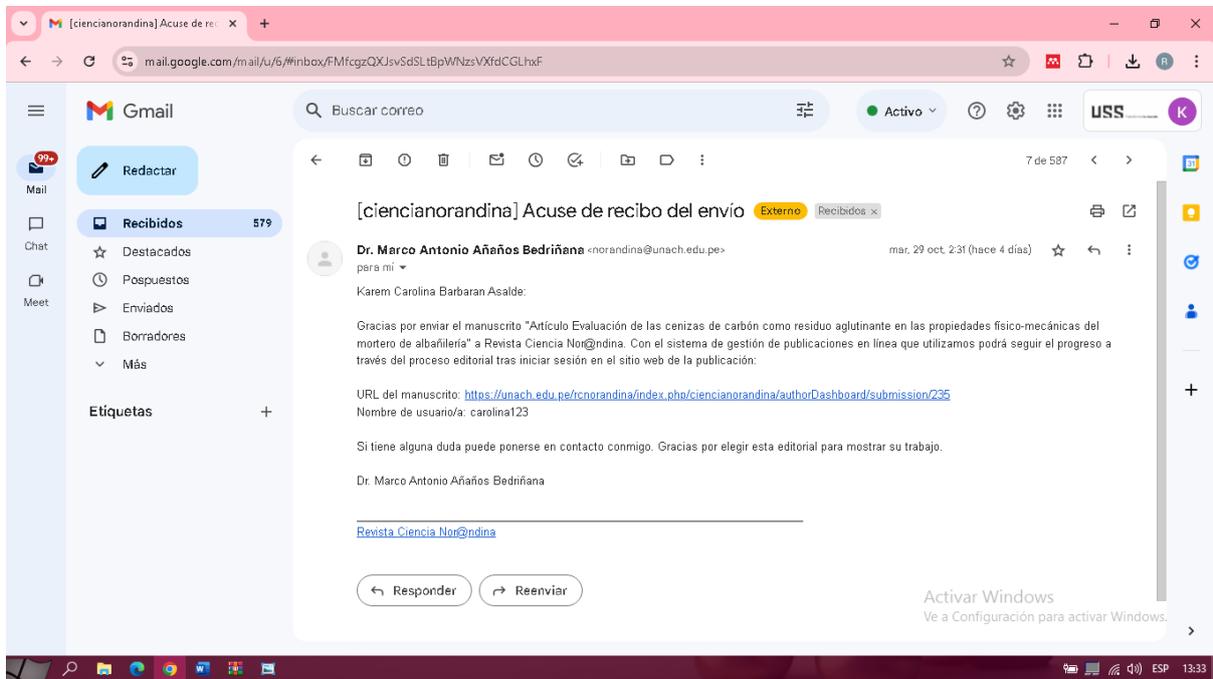
Yo Chavez Cotrina Carlos Ovidio, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° 014-2024/FIAU-IC-USS, del proyecto de investigación titulado **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA**, desarrollado por la estudiante: Carolina Karem Barbarán Asalde, del programa de estudios de Ingeniería Civil, acredito haber revisado, declaro expedito para que continúe con el trámite pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Mg. Chavez Cotrina Carlos Ovidio	16776030	
----------------------------------	----------	--

Pimentel, 31 de octubre de 2024.

### Anexo 3. Carta o correo de recepción del manuscrito remitido por la revista



**Anexo 4.** Matriz de consistencia

<b>MATRÍZ DE CONSISTENCIA</b>					
<b>Problema</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Tipo de Investigación</b>	<b>Diseño de Investigación</b>
¿Cómo afecta la incorporación de ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas y mecánicas del mortero de albañilería?	La adición de ceniza de carbón como residuo aglomerante en el mortero de albañilería tendrá una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del material, mejorando la resistencia a la compresión, reduciendo la absorción de agua, aumentando la adherencia y contribuyendo a una mayor durabilidad del mortero	Evaluar la incorporación de ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas y mecánicas del mortero de albañilería	Evaluar de las propiedades química de la ceniza de carbón utilizando el ensayo digestión acida y determinación de metales.	Enfoque cuantitativo tipo / aplicada	Enfoque Experimental / analítico
			Determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional.		
			Determinar las propiedades mecánicas del mortero patrón y mortero con adición de ceniza de carbón 5%; 10%; 15%; 20%, para ensayos experimentales.		
			Determinar el mejor resultado óptimo que arrojó para la muestra de ceniza de carbón en las propiedades física y mecánicas del mortero.		

Anexo 5. Operacionalización de variables

Operacionalización de variable Dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Tipo de variable	Escalade medición
Propiedades Físicas Mecánicas De Mortero	Gerges et al., <b>Fuente específica da no válida.</b> , manifiesta que la mezcla aglutinante donde se presenta agregados fino y agua y en algunos casos aditivo para fortalecer el diseño de mezcla, para así crear un pegamento para los ladrillos y en casos para revestimiento en paredes.	Tiene la propiedad de generar resistencia actualmente en la industria de la construcción, se utilizan para nivelar suelos, rellenar huecos, fijar paredes y revestir paredes.	Propiedades de diseño	Análisis granulométrico	mm	Documentos / Plantilla de Laboratorio LEMS W&C	Aplicada / Experimental	Intervalo
				Gravedad específica	kg/cm <sup>3</sup>			
				Densidad				
				Contenido de humedad	%			
			Variación dimensional	%				
			Alabeo	mm				
			Succión	%				
			Absorción					
			Resistencia a compresión					
			Resistencia a tracción					
Resistencia compresión de muretes y pilas	kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades mecánicas del mortero	Resistencia compresión diagonal de muretes		Razón			
Resistencia compresión diagonal de muretes								
Resistencia compresión diagonal de muretes								

## Operacionalización de variable Independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Dimensiones operacionales	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Valores finales	Escala de medición
Ceniza de carbón	Chindaprasirt et al., <b>Fuente especificada no válida.</b> , menciona que la ceniza de carbón es una sustancia producida al fundir compuestos inorgánicos a elevadas temperaturas y luego enfriar la mezcla resultante hasta alcanzar un estado puzolánico	La ceniza de carbón, tiene en sus propiedades únicas que generan aumento a la resistencia al ser utilizada como aglomerante al diseño de mezcla del mortero, proporcionando buena efectividad en temas de mamposterías	Propiedades químicas del carbón	Digestión acida	PH	Documentos / Plantilla de laboratorio LEMS W&C	Aplicada / Experimental	Intervalo
			Ceniza de carbón	Porcentajes	05%			
					10%			
					15%			
					20%			
Ensayos mecánicos del mortero con ceniza de carbón	Resistencia a compresión	kg/cm <sup>2</sup>	Razón					
	Resistencia a tracción							
	Resistencia a compresión de muretes y pilas							
	Resistencia a compresión diagonal de muretes							

Anexo 6. Instrumento de recolección de datos



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
servicios@lemswyc.com

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

**Chiclayo, 05 de octubre de 2024**

**Quien suscribe:**

**Sr(a) Yessenia Herrera Vásquez**

**(e) Gerente General - LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS  
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA".**

Por el presente, el que suscribe, Yessenia Herrera Vásquez, Gerente General encargada de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a la estudiante Barbarán Asalde Karem Carolina, identificada con DNI N°42460053, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN y autora del trabajo de investigación denominado "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente;

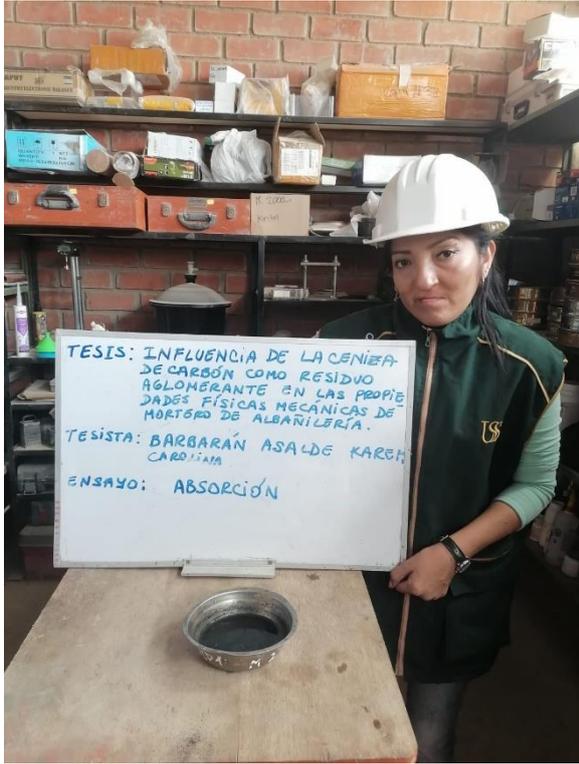
  
**LEMS W&C E.I.R.L.**  
**YESSENIA HERRERA VÁSQUEZ**  
**(e) GERENTE GENERAL**



Anexo 7. Panel fotográfico

Ensayo de propiedades físicas









## Recolección de ceniza de carbón de diferentes ladrilleras



**Quemado de ceniza de carbón en diferentes temperaturas**





## Anexo 8. Propiedades físicas de los agregados



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024

Fin de ensayo : Viernes, 13 de setiembre del 2024

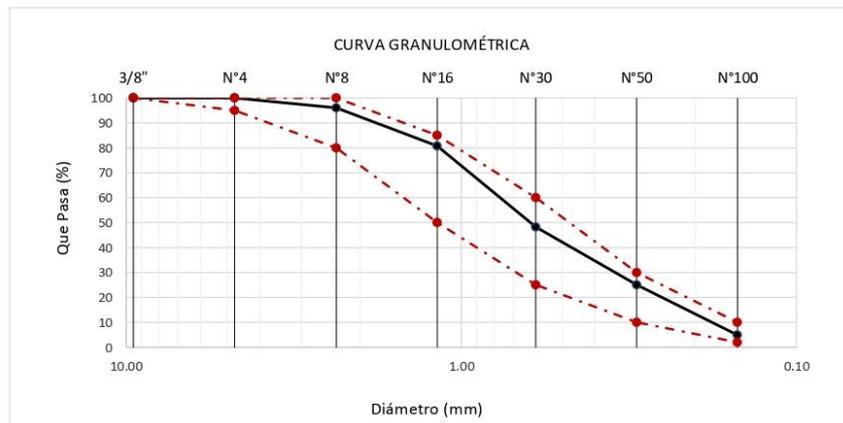
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	<b>100</b>
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	<b>100</b>
Nº 8	2.360	4.0	4.0	96.0	<b>95 - 100</b>
Nº 16	1.180	15.3	19.3	80.7	<b>70 - 100</b>
Nº 30	0.600	32.5	51.8	48.2	<b>40 - 75</b>
Nº 50	0.300	23.2	75.0	25.0	<b>10 - 35</b>
Nº 100	0.150	20.1	95.1	4.9	<b>2 - 15</b>
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.45</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Viernes, 13 de setiembre del 2024

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1617</b>
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1604</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>0.81</b>

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1712</b>
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1699</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>0.81</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024

Fin de Ensayo : Viernes, 13 de setiembre del 2024

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria-Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.324
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.22

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Anexo 9.** Ensayo densidad de consolidación del mortero y temperaturas de la ceniza de carbón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Viernes, 13 de setiembre del 2024

Ensayo : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza  
Densidad suelta aparente de la cal hidratada, cal viva pulverizada y piedra caliza.  
Densidad compactada aparente de la cal hidrata, cal viva pulverizada y piedra caliza.

Referencia : ASTM C 110-15  
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

Material : CENIZA DE CARBÓN

Densidad de Consolidación Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>706.00</b>
Densidad de Consolidación Seca	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>688.17</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>2.59</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE  
EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Viernes, 13 de setiembre del 2024

Ensayo : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza  
Densidad suelta aparente de la cal hidratada, cal viva pulverizada y piedra caliza.  
Densidad compactada aparente de la cal hidrata, cal viva pulverizada y piedra caliza.

Referencia : ASTM C 110-15  
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

Material : CENIZA DE CARBÓN

Densidad Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>392.26</b>
Densidad Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>382.35</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>2.59</b>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 **LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante **Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina**

Proyecto **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA**

Ubicación **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**  
Fecha de Apertura **: Lunes, 12 de agosto del 2024**  
Inicio de ensayo **: Lunes, 09 de setiembre del 2024**  
Fin de ensayo **: Viernes, 13 de setiembre del 2024**

ENSAYO **ABSORCIÓN**  
NORMA DE REFERENCIA **N.T.P. 400.022**

Muestra : **CENIZA DE CARBÓN**

Proveniencia : **Provincia de Chiclayo**

#### I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa del material superficialmente seco	(gr)	20.00	20.00
2.- Masa del material secado al horno	(gr)	19.50	19.45

#### II.- RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.56	2.83	<b>2.70</b>

#### Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland

Norma : NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	39790	2500	15.92	162.30
02	MUESTRA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	42040	2500	16.82	171.47
03	MUESTRA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	43840	2500	17.54	178.81
04	MUESTRA PATRÓN	12/08/2024	09/09/2024	28	51870	2500	20.75	211.57
05	MUESTRA PATRÓN	12/08/2024	09/09/2024	28	49650	2500	19.86	202.51
06	MUESTRA PATRÓN	12/08/2024	09/09/2024	28	49990	2500	20.00	203.90
Resistencia a la Compresión Diseño (NTP 334.066: 2018)							<b>20.00</b>	<b>203.96</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>170.86</b>	kg/cm2
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>205.99</b>	kg/cm2

**NOTA:**

- Dosificación: 1 : 2.75  
 Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 Arena : La Victoria - Pátapo  
 Agua : Potable de la zona  
 Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/LEMS W&C**  
 Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina  
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland  
Norma : NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA 20% CDC A 700°C	12/08/2024	19/08/2024	7	41000	2500	16.40	167.23
02	MUESTRA 20% CDC A 700°C	12/08/2024	19/08/2024	7	43310	2500	17.32	176.65
03	MUESTRA 20% CDC A 700°C	12/08/2024	19/08/2024	7	45170	2500	18.07	184.24
04	MUESTRA 20% CDC A 700°C	12/08/2024	09/09/2024	28	53440	2500	21.38	217.97
05	MUESTRA 20% CDC A 700°C	12/08/2024	09/09/2024	28	51160	2500	20.46	208.67
06	MUESTRA 20% CDC A 700°C	12/08/2024	09/09/2024	28	51500	2500	20.60	210.06
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>170.86</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>205.99</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>176.04</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>212.23</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</i>							<b>103.0%</b>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</i>							<b>103.0%</b>	

NOTA :

- Dosificación: 1 : 2.75  
 - Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 - Ceniza de Carbón: 20%  
 - Temperatura: 700°C  
 - Arena : La Victoria - Pátapo  
 - Agua : Potable de la zona  
 - Ra/c : 0.485

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Kareem Carolina  
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland  
Norma : NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA 20% CDC A 750°C	12/08/2024	19/08/2024	7	41810	2500	16.72	170.53
02	MUESTRA 20% CDC A 750°C	12/08/2024	19/08/2024	7	44170	2500	17.67	180.16
03	MUESTRA 20% CDC A 750°C	12/08/2024	19/08/2024	7	46060	2500	18.42	187.87
04	MUESTRA 20% CDC A 750°C	12/08/2024	09/09/2024	28	54500	2500	21.80	222.29
05	MUESTRA 20% CDC A 750°C	12/08/2024	09/09/2024	28	52170	2500	20.87	212.79
06	MUESTRA 20% CDC A 750°C	12/08/2024	09/09/2024	28	52520	2500	21.01	214.22
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>170.86</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>205.99</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>179.52</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>216.43</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</u>							<b>105.1%</b>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</u>							<b>105.1%</b>	

NOTA :

- Dosificación: 1 : 2.75  
 - Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 - Ceniza de Carbón: 20%  
 - Temperatura: 750°C  
 - Arena : La Victoria - Pátapo  
 - Agua : Potable de la zona  
 - Ra/c : 0.485

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Kareem Carolina  
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland  
Norma : NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA 20% CDC A 800°C	12/08/2024	19/08/2024	7	43840	2500	17.54	178.81
02	MUESTRA 20% CDC A 800°C	12/08/2024	19/08/2024	7	46310	2500	18.52	188.89
03	MUESTRA 20% CDC A 800°C	12/08/2024	19/08/2024	7	48300	2500	19.32	197.01
04	MUESTRA 20% CDC A 800°C	12/08/2024	09/09/2024	28	57140	2500	22.86	233.06
05	MUESTRA 20% CDC A 800°C	12/08/2024	09/09/2024	28	54700	2500	21.88	223.11
06	MUESTRA 20% CDC A 800°C	12/08/2024	09/09/2024	28	55070	2500	22.03	224.62
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>170.86</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>205.99</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>188.24</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>226.93</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</i>							<b>110.2%</b>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</i>							<b>110.2%</b>	

NOTA :

- Dosificación: 1 : 2.75  
 - Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 - Ceniza de Carbón: 20%  
 - Temperatura: 800°C  
 - Arena : La Victoria - Pátapo  
 - Agua : Potable de la zona  
 - Ra/c : 0.485

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Kareem Carolina  
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland  
Norma : NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA 20% CDC A 850°C	12/08/2024	19/08/2024	7	43030	2500	17.21	175.51
02	MUESTRA 20% CDC A 850°C	12/08/2024	19/08/2024	7	45450	2500	18.18	185.38
03	MUESTRA 20% CDC A 850°C	12/08/2024	19/08/2024	7	47400	2500	18.96	193.34
04	MUESTRA 20% CDC A 850°C	12/08/2024	09/09/2024	28	56080	2500	22.43	228.74
05	MUESTRA 20% CDC A 850°C	12/08/2024	09/09/2024	28	53690	2500	21.48	218.99
06	MUESTRA 20% CDC A 850°C	12/08/2024	09/09/2024	28	54050	2500	21.62	220.46
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>170.86</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>205.99</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>184.74</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>222.73</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</i>							<b>108.1%</b>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</i>							<b>108.1%</b>	

NOTA :

- Dosificación: 1 : 2.75  
 - Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 - Ceniza de Carbón: 20%  
 - Temperatura: 850°C  
 - Arena : La Victoria - Pátapo  
 - Agua : Potable de la zona  
 - Ra/c : 0.485

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.

  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 09 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Viernes, 13 de setiembre del 2024

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier  
Termómetro digital  
Balanza digital

MATERIAL : CENIZA DE CARBÓN

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.476
-----------------------------	-----------------------	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 10. Ensayo de fluidez y peso volumétrico del mortero



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina  
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Ensayos : Determinación de la fluidez de pastas de mortero  
Referencias : Norma N.T.P. 334.057

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE PASTA DE MORTERO							
Dosificación 1:4	Diámetros (mm)				Diametro Promedio (mm)	Diametro Inicial (mm)	Fluidez (%)
PATRON	20.90	21.80	20.10	20.80	209.00	98.21	113
5% CENIZA DE CARBÓN	20.50	20.90	20.70	20.80	207.25	98.21	111
10% CENIZA DE CARBÓN	20.20	21.10	20.90	20.10	205.75	98.21	110
15% CENIZA DE CARBÓN	20.10	19.90	20.30	20.50	202.00	98.21	106
20% CENIZA DE CARBÓN	19.70	20.20	19.70	20.30	199.75	98.21	103

Observaciones Diámetro de la copa de fluidez 98.21mm, Fluidez recomendada 110±5%  
Número de golpes interior de compactación 25

MATERIALES	Cemento	Arena	Agua	CENIZA DE CARBÓN
	g	g	ml	(g)
PATRON	500	1980	420	0.00
5% CENIZA DE CARBÓN	500	1980	420	25.00
10% CENIZA DE CARBÓN	500	1980	420	50.00
15% CENIZA DE CARBÓN	500	1980	420	75.00
20% CENIZA DE CARBÓN	500	1980	420	100.00

Observaciones La ceniza de GDC fue calcinada a una temperatura de 800°C  
Mortero de a/c 0.84

WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

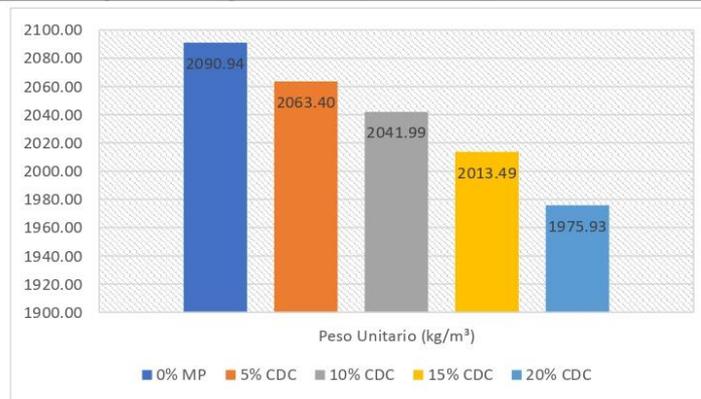
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina  
  
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBON COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Fin de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

*Ensayo:* Peso Volumétrico del Mortero.

*Referencia:* UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros NTP. 399.610-2003

Mortero (1:4)		Vol de recipiente m <sup>3</sup>	Peso Muestra (gr)				Peso unitario kg/m <sup>3</sup>
			P1	P2	P3	Pprom	
Patrón	0% MP	0.000330	690.24	689.05	690.74	690.01	2090.94
Adición de Ceniza de Carbón en fx al peso de cemento	5% CDC		680.22	680.3	682.25	680.92	2063.40
	10% CDC		676.75	672.51	672.31	673.86	2041.99
	15% CDC		665.38	666.46	661.52	664.45	2013.49
	20% CDC		656.64	649.25	650.28	652.06	1975.93



## Anexo 11. Unidades de albañilería en mortero



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	120878	1.13	11.53
02	Murete - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	125990	1.18	12.01
03	Murete - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	115413	1.08	11.01

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete - Mortero 1:4 + 5%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	130643	1.22	12.46
02	Murete - Mortero 1:4 + 5%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	122398	1.14	11.67
03	Murete - Mortero 1:4 + 5%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	122826	1.15	11.71

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	133848	1.25	12.76
02	Murete - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	131667	1.23	12.56
03	Murete - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	129036	1.21	12.30

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete - Mortero 1:4 + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	120690	1.13	11.51
02	Murete - Mortero 1:4 + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	128650	1.20	12.27
03	Murete - Mortero 1:4 + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	122377	1.14	11.67

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm2)
01	Murete - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	119149	1.11	11.36
02	Murete - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	117671	1.10	11.22
03	Murete - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	630	632	120	75600	124909	1.17	11.91

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

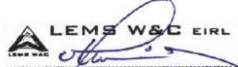
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	350180	11.22	1.025	11.50	117.27
02	Prisma - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	336720	10.79	1.025	11.06	112.76
03	Prisma - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	309640	9.92	1.025	10.17	103.69

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma - Mortero 1:4 + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	361130	11.57	1.025	11.86	120.93
02	Prisma - Mortero 1:4 + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	342290	10.97	1.025	11.24	114.63
03	Prisma - Mortero 1:4 + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	371130	11.90	1.025	12.19	124.28

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	381220	12.22	1.025	12.52	127.66
02	Prisma - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	421120	13.50	1.025	13.83	141.02
03	Prisma - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	404700	12.97	1.025	13.29	135.53

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma - Mortero 1:4 + 15%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	389220	12.48	12.782	11.86	130.34
02	Prisma - Mortero 1:4 + 15%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	421120	13.50	13.830	11.24	125.70
03	Prisma - Mortero 1:4 + 15%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	404700	12.97	13.290	12.19	121.35

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	350360	11.23	1.015	11.39	116.18
02	Prisma - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	354820	11.37	1.015	11.54	117.66
03	Prisma - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	240	130	300	31200	2.31	374400	12.00	1.015	12.18	124.15

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Título : Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units. (Método de prueba estándar para la resistencia de adhesión del mortero a las unidades de mampostería)

Norma : ASTM C952-12

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	A (N)	B (m <sup>2</sup> )	T (N/m <sup>2</sup> )	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	MUESTRA - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	2236	0.017	132291	1.35
02	MUESTRA - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	2664	0.017	157632	1.61
03	MUESTRA - Mortero 1:4 Patrón	16/09/2024	14/10/2024	28	2417	0.017	143003	1.46

Donde:

A : Carga Total aplicada.

B : Área de la sección transversal de adherencia.

T : Resistencia Adherencia por Tracción.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Titulo : Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units. (Método de prueba estándar para la resistencia de adhesión del mortero a las unidades de mampostería)

Norma : ASTM C952-12

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	A (N)	B (m <sup>2</sup> )	T (N/m <sup>2</sup> )	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	MUESTRA - Mortero 1:4 + 5%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	2935	0.017	173647	1.77
02	MUESTRA - Mortero 1:4 + 5%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	2816	0.017	166649	1.70
03	MUESTRA - Mortero 1:4 + 5%CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3106	0.017	183791	1.87

Donde:

A : Carga Total aplicada.

B : Área de la sección transversal de adherencia.

T : Resistencia Adherencia por Tracción.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Título : Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units. (Método de prueba estándar para la resistencia de adhesión del mortero a las unidades de mampostería)

Norma : ASTM C952-12

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	A (N)	B (m <sup>2</sup> )	T (N/m <sup>2</sup> )	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	MUESTRA - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3632	0.017	214882	2.19
02	MUESTRA - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3494	0.017	206723	2.11
03	MUESTRA - Mortero 1:4 + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3330	0.017	197021	2.01

Donde:

- A : Carga Total aplicada.  
B : Área de la sección transversal de adherencia.  
T : Resistencia Adherencia por Tracción.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Título : Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units. (Método de prueba estándar para la resistencia de adhesión del mortero a las unidades de mampostería)

Norma : ASTM C952-12

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	A (N)	B (m <sup>2</sup> )	T (N/m <sup>2</sup> )	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	MUESTRA - Mortero 1:4 + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	2981	0.017	176404	1.80
02	MUESTRA - Mortero 1:4 + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3226	0.017	190870	1.95
03	MUESTRA - Mortero 1:4 + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3509	0.017	207605	2.12

Donde:

A : Carga Total aplicada.

B : Área de la sección transversal de adherencia.

T : Resistencia Adherencia por Tracción.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Título : Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units. (Método de prueba estándar para la resistencia de adhesión del mortero a las unidades de mampostería)

Norma : ASTM C952-12

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	A (N)	B (m <sup>2</sup> )	T (N/m <sup>2</sup> )	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	MUESTRA - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	2962	0.017	175249	1.79
02	MUESTRA - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	3247	0.017	192117	1.96
03	MUESTRA - Mortero 1:4 + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	2992	0.017	177013	1.81

Donde:

- A : Carga Total aplicada.
- B : Área de la sección transversal de adherencia.
- T : Resistencia Adherencia por Tracción.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 12. Diseño de mezcla del mortero

<b>DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN MORTERO</b> <b>CANTIDAD DE MATERIAL INICIAL</b>
---

Solicitud de Ensayo	<b>1208A_24/ LEMS W&amp;C</b>
Solicitante	Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina
Proyecto	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA
Ubicación	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura	Lunes, 12 de agosto del 2024
Fecha de Ensayo	Lunes, 16 de setiembre del 2024

<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	
<b>P.U.S</b>		1617.06	Cemento / Arena
<b>a/c</b>		0.84	kg/m3
	<b>CEMENTO</b>	1 pie <sup>3</sup> 42.5	kg
	<b>ARENA</b>	182.718	kg
	<b>AGUA</b>	35.81	lts

### CALCULAR VOLUMEN DE MATERIAL

#### Calculo del volumen del cemento

**Peso específico del cemento** = 3120 kg/m3

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Peso de bolsa de cemento}}{\text{Peso específico del cemento}}$$

**Peso específico de la arena** = 2324 kg/m3

$$\text{Cemento} = \frac{42.5 \text{ kg}}{3120 \text{ kg/m}^3}$$

**Cemento** = 0.0136 m3

#### Calculo del volumen del arena

$$\text{Arena} = \frac{\text{Peso de arena}}{\text{Peso específico de la arena}}$$

$$\text{Arena} = \frac{182.72 \text{ kg}}{2324 \text{ kg/m}^3}$$

**Arena** = 0.0786 m3

#### Cálculo de volumen de agua

**Peso específico del agua** = 1000 kg/m3

$$\text{Agua} = \frac{\text{Peso bolsa de cemento x relación A/C}}{\text{Peso específico del agua}}$$

$$\text{Agua} = \frac{35.81}{1000}$$

**Agua** = 0.0358 m3

#### Cálculo del volumen del aire atrapado

Volúmen = 0.1281 m<sup>3</sup>  
Aire atrapado = 5%  
Aire atrapado = 0.0064 m<sup>3</sup>

#### Calculo del rendimiento

Volumen total: 0.1345 m<sup>3</sup>

Cemento  $\frac{1}{\text{Rendimiento}}$  7.436

Cemento = 7.4 Bolsas

Cemento (kg) = 316.0 kg

Arena = Cemento (bolsas) \* Peso arena fina

Arena (kg) = 1358.78 kg

Agua = Cemento (bolsas) \* Peso agua inicial

Agua (Lt) = 266.32 lts

Aire Atrapado = 5%

#### CÁLCULO DE CORRECCIÓN DE AGUA Y ARENA

Humedad de la arena 0.81 %  
Porcentaje de absorción 1.22 %

Arena fina = Arena seca  $\times \left(1 + \frac{w\%}{100}\right)$

Arena húmeda = 1369.8 kg

Agua =  $Agua - \left(\frac{w\% - abs\%}{100}\right) \times Arena\ fina$

Agua Efectiva = 271.9 lts

Cemento = 322.7 kg

**LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 13. Ensayos de resistencias de diseño de albañilería



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	24240	2500	9.70	98.87
02	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	23480	2500	9.39	95.77
03	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	24190	2500	9.68	98.67
04	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	30600	2500	12.24	124.81
05	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	28620	2500	11.45	116.74
06	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	29580	2500	11.83	120.65
07	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	31310	2500	12.52	127.71
08	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	31310	2500	12.52	127.71
09	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	32360	2500	12.94	131.99

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4: 0%  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	25150	2500	10.06	102.58
02	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	26040	2500	10.42	106.21
03	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	25590	2500	10.24	104.38
04	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	32240	2500	12.90	131.50
05	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	34090	2500	13.64	139.05
06	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	33160	2500	13.26	135.26
07	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	35110	2500	14.04	143.21
08	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	35390	2500	14.16	144.35
09	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	35250	2500	14.10	143.78

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 4 : 5% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	27860	2500	11.14	113.64
02	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	27200	2500	10.88	110.95
03	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	27530	2500	11.01	112.29
04	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	37090	2500	14.84	151.29
05	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	35610	2500	14.24	145.25
06	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	36350	2500	14.54	148.27
07	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	37970	2500	15.19	154.88
08	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	37380	2500	14.95	152.47
09	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	37670	2500	15.07	153.65

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 10% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	25140	2500	10.06	102.54
02	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	24280	2500	9.71	99.04
03	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	24710	2500	9.88	100.79
04	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	31650	2500	12.66	129.10
05	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	31550	2500	12.62	128.69
06	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	31600	2500	12.64	128.89
07	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	34460	2500	13.78	140.56
08	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	34240	2500	13.70	139.66
09	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	33340	2500	13.34	135.99

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 15% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	22720	2500	9.09	92.67
02	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	23220	2500	9.29	94.71
03	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	22970	2500	9.19	93.69
04	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	28990	2500	11.60	118.25
05	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	28540	2500	11.42	116.41
06	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	28770	2500	11.51	117.35
07	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	30650	2500	12.26	125.02
08	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	30190	2500	12.08	123.14
09	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	30420	2500	12.17	124.08

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 20% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico.  
Norma : NTP 334.120

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Distancia entre apoyos (L) (mm)	Ancho (b) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	Resistencia a la Flexión	
									Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	120.0	40.00	40.00	1352.34	2.54	25.86
02	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	120.0	40.00	40.00	1393.23	2.61	26.64
03	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	120.0	40.00	40.00	1437.95	2.70	27.49
04	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	120.0	40.00	40.00	1712.93	3.21	32.75
05	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	120.0	40.00	40.00	1764.71	3.31	33.74
06	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	120.0	40.00	40.00	1821.39	3.42	34.82
07	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	120.0	40.00	40.00	1803.05	3.38	34.47
08	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	120.0	40.00	40.00	1857.58	3.48	35.52
09	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	120.0	40.00	40.00	1917.30	3.59	36.66

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 0%  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A 24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico.  
Norma : NTP 334.120

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Distancia entre apoyos (L) (mm)	Ancho (b) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	Resistencia a la Flexión	
									Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1595.54	2.99	30.51
02	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1541.51	2.89	29.47
03	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1474.33	2.76	28.19
04	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	2020.95	3.79	38.64
05	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1952.50	3.66	37.33
06	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1867.48	3.50	35.71
07	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	2127.36	3.99	40.67
08	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	2055.28	3.85	39.30
09	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1965.74	3.69	37.58

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 5% CDC 80°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A 24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico.  
Norma : NTP 334.120

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Distancia entre apoyos (L) (mm)	Ancho (b) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	Resistencia a la Flexión	
									Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1589.36	2.98	30.39
02	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1612.51	3.02	30.83
03	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1662.72	3.12	31.79
04	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	2013.21	3.77	38.49
05	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	2042.53	3.83	39.05
06	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	2106.17	3.95	40.27
07	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	2119.12	3.97	40.52
08	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	2150.01	4.03	41.11
09	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	2216.99	4.16	42.39

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 10% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A 24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico.  
Norma : NTP 334.120

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Distancia entre apoyos (L) (mm)	Ancho (b) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	Resistencia a la Flexión	
									Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1482.08	2.78	28.34
02	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1470.41	2.76	28.11
03	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1438.83	2.70	27.51
04	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1877.29	3.52	35.89
05	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1862.48	3.49	35.61
06	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1822.47	3.42	34.85
07	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1976.04	3.71	37.78
08	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1960.55	3.68	37.49
09	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1918.38	3.60	36.68

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 15% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1208A 24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico.  
Norma : NTP 334.120

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Distancia entre apoyos (L) (mm)	Ancho (b) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	Resistencia a la Flexión	
									Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1310.56	2.46	25.06
02	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1280.45	2.40	24.48
03	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	120	40.00	40.00	1241.13	2.33	23.73
04	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1660.07	3.11	31.74
05	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1621.92	3.04	31.01
06	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	120	40.00	40.00	1572.01	2.95	30.06
07	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1747.45	3.28	33.41
08	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1707.24	3.20	32.64
09	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	120	40.00	40.00	1654.77	3.10	31.64

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 20% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitud de ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico  
Norma : NTP 334.060: 2019

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Tensión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	1250	645	1.94	19.76
02	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	1180	645	1.83	18.65
03	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	23/09/2024	7	1200	645	1.86	18.97
04	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	1590	645	2.46	25.13
05	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	1490	645	2.31	23.55
06	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	30/09/2024	14	1530	645	2.37	24.18
07	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	1670	645	2.59	26.40
08	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	1570	645	2.43	24.81
09	1 : 4 _MORTERO REFERENCIAL	16/09/2024	14/10/2024	28	1610	645	2.50	25.45

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 0%  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico

Norma : NTP 334.060: 2019

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Tensión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1250	645	2.02	20.55
02	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1180	645	1.95	19.92
03	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1200	645	2.00	20.39
04	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1590	645	2.54	25.92
05	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1490	645	2.48	25.29
06	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1530	645	2.54	25.92
07	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1670	645	2.68	27.34
08	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1570	645	2.60	26.55
09	1 : 4_MORTERO + 5% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1610	645	2.67	27.19

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 4 : 5% CDC 800°C

Cemento : Tipo I - PACASMAYO

Arena : La Victoria - Pátapo

Agua : Potable de la zona

Ra/c : 0.84

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico  
Norma : NTP 334.060: 2019

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Tensión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1250	645	2.17	22.13
02	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1180	645	2.26	23.08
03	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1200	645	2.12	21.65
04	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1590	645	2.76	28.13
05	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1490	645	2.87	29.24
06	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1530	645	2.68	27.34
07	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1670	645	2.90	29.56
08	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1570	645	3.01	30.66
09	1 : 4_MORTERO + 10% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1610	645	2.82	28.77

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 10% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1208A\_24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico  
Norma : NTP 334.060: 2019

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Tensión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1250	645	1.95	19.92
02	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1180	645	2.12	21.65
03	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1200	645	2.06	21.02
04	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1590	645	2.48	25.29
05	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1490	645	2.68	27.34
06	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1530	645	2.60	26.55
07	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1670	645	2.60	26.55
08	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1570	645	2.82	28.77
09	1 : 4_MORTERO + 15% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1610	645	2.74	27.98

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 4 : 15% CDC 800°C  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 0.84

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : 1208A\_24/ LEMS W&C  
Solicitante : Bach. Barbarán Asalde Karem Carolina

Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 12 de agosto del 2024

Inicio de ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024

Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico

Norma : NTP 334.060: 2019

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Tensión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1250	645	1.94	19.76
02	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1300	645	2.02	20.55
03	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	23/09/2024	7	1180	645	1.83	18.65
04	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1580	645	2.45	24.97
05	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1640	645	2.54	25.92
06	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	30/09/2024	14	1490	645	2.31	23.55
07	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1660	645	2.57	26.24
08	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1730	645	2.68	27.34
09	1 : 4_MORTERO + 20% CDC	16/09/2024	14/10/2024	28	1570	645	2.43	24.81

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4 : 20% CDC 800°C
- Cemento : Tipo I - PACASMAYO
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- Ra/c : 0.84

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

# Anexo 14. Precios unitarios de los materiales

S10

Página: 1

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1301001** Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto **001 ALBAÑILERÍA**

Partida	01.01	(010105010010-1301001-01)	ELABORACIÓN DE CUBOS	Costo unitario directo por:			m3	2.44
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0067	24.00	0.16		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.1111	18.95	2.11		
<b>2.27</b>								
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.07	0.07		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.2778	0.18	0.05		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.2778	0.18	0.05		
<b>0.17</b>								
Partida	01.02	(010105010013-1301001-01)	ELABORACIÓN DE CUBOS MAS 5% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	2.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0067	18.95	0.13		
<b>2.80</b>								
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0009	0.01			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02		
<b>0.12</b>								
Partida	01.03	(010105010014-1301001-01)	ELABORACIÓN DE CUBOS MAS 10% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	2.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0067	18.95	0.13		
<b>2.80</b>								
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0170	0.01			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02		
<b>0.12</b>								

Fecha: 30/10/2024 10:49:14p. m.

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1301001** Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto **001 ALBAÑILERÍA**

Partida	01.04	(010105010015-1301001-01)	ELABORACIÓN DE CUBOS MAS 15% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	3.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0139	18.95	0.26		
						<b>2.93</b>		
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0170	0.01			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02		
						<b>0.13</b>		

Partida	01.05	(010105010016-1301001-01)	ELABORACIÓN DE CUBOS MAS 20% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	3.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0139	18.95	0.26		
						<b>2.93</b>		
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0350	0.01			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02		
						<b>0.13</b>		

Partida	02.01	(010105010011-1301001-01)	ELABORACIÓN DE VIGAS	Costo unitario directo por:			m3	2.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0067	18.95	0.13		
						<b>2.80</b>		
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02		
						<b>0.12</b>		

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto 001 ALBAÑILERÍA

Partida	02.02	(010105010017-1301001-01)	ELABORACIÓN DE VIGAS MAS 5% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:	m3	2.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0067	18.95	0.13
<b>2.80</b>						
<b>Materiales</b>						
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35	
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0160	0.01	
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02
<b>0.12</b>						

Partida	02.03	(010105010018-1301001-01)	ELABORACIÓN DE VIGAS MAS 10% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:	m3	2.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0067	18.95	0.13
<b>2.80</b>						
<b>Materiales</b>						
0207020001	ARENA		m3	0.0007	1.29	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35	
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0396	0.01	
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02
<b>0.12</b>						

Partida	02.04	(010105010019-1301001-01)	ELABORACIÓN DE VIGAS MAS 15% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:	m3	3.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0139	18.95	0.26
<b>2.93</b>						
<b>Materiales</b>						
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35	
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0670	0.01	
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02
<b>0.13</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1301001** Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto **001 ALBAÑELERÍA**

Partida	02.05	(010105010020-1301001-01)	ELABORACIÓN DE VIGAS MAS 20% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	3.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1111	24.00	2.67		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0139	18.95	0.26		
<b>2.93</b>								
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0006	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0003	0.18			
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0679	0.01			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.1111	0.18	0.02		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.1111	0.18	0.02		
<b>0.13</b>								

Partida	03.01	(010105010012-1301001-01)	ELABORACIÓN DE BRIQUETAS	Costo unitario directo por:			m3	1.45
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0556	24.00	1.33		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0033	18.95	0.06		
<b>1.39</b>								
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0003	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0002	0.18			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.0556	0.18	0.01		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.0556	0.18	0.01		
<b>0.06</b>								

Partida	03.02	(010105010021-1301001-01)	ELABORACIÓN DE BRIQUETAS MÁS 5% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	1.45
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0556	24.00	1.33		
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO		hh	0.0033	18.95	0.06		
<b>1.39</b>								
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0003	1.29			
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0001	4.35			
0290130021	AGUA		und	0.0002	0.18			
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.0069	0.01			
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04		
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO		hm	0.0556	0.18	0.01		
0301290005	MEZA DE FLUJO		hm	0.0556	0.18	0.01		
<b>0.06</b>								

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto 001 ALBAÑILERÍA

Partida	03.03	(010105010022-1301001-01)	ELABORACIÓN DE BRIQUETAS MÁS 10% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:	m3	1.45	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0556	24.00	1.33
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO			hh	0.0033	18.95	0.06
<b>1.39</b>							
<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA			m3	0.0004	1.29	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.0001	4.35	
0290130021	AGUA			und	0.0002	0.18	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN			kg	0.0130	0.01	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO			hm	0.0556	0.18	0.01
0301290005	MEZA DE FLUJO			hm	0.0556	0.18	0.01
<b>0.06</b>							

Partida	03.04	(010105010023-1301001-01)	ELABORACIÓN DE BRIQUETAS MÁS 15% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:	m3	1.52	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0556	24.00	1.33
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO			hh	0.0069	18.95	0.13
<b>1.46</b>							
<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA			m3	0.0003	1.29	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.0001	4.35	
0290130021	AGUA			und	0.0002	0.18	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN			kg	0.0200	0.01	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO			hm	0.0556	0.18	0.01
0301290005	MEZA DE FLUJO			hm	0.0556	0.18	0.01
<b>0.06</b>							

Partida	03.05	(010105010024-1301001-01)	ELABORACIÓN DE BRIQUETAS MÁS 20% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:	m3	1.52	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0556	24.00	1.33
0101010007	TÉCNICO DE LABORATORIO			hh	0.0069	18.95	0.13
<b>1.46</b>							
<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA			m3	0.0003	1.29	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.0001	4.35	
0290130021	AGUA			und	0.0002	0.18	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN			kg	0.0270	0.01	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04
0301290004	MEZCLADORA DE CEMENTO			hm	0.0556	0.18	0.01
0301290005	MEZA DE FLUJO			hm	0.0556	0.18	0.01
<b>0.06</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto 001 ALBAÑILERÍA

Partida	04.01	(010105010025-1301001-01)	ELABORACIÓN DE MURETES	Costo unitario directo por:			m3	47.77
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0686	24.00	1.65	
	<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA			m3	0.0082	1.29	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.1280	4.35	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS			mll	15.0000	0.90	13.50	
0231190001	MADERA PINO			p2	2.0000	16.00	32.00	
0290130021	AGUA			und	0.0044	0.18	0.08	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.05	0.05	
							0.05	

Partida	04.02	(010105010026-1301001-01)	ELABORACIÓN DE MURETES MÁS 5% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	47.78
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0686	24.00	1.65	
	<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA			m3	0.0082	1.29	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.1280	4.35	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS			mll	15.0000	0.90	13.50	
0231190001	MADERA PINO			p2	2.0000	16.00	32.00	
0290130021	AGUA			und	0.0044	0.18	0.08	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN			kg	1.0700	0.01	0.01	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.05	0.05	
							0.05	

Partida	04.03	(010105010027-1301001-01)	ELABORACIÓN DE MURETES MÁS 10% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	47.78
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0686	24.00	1.65	
	<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA			m3	0.0082	1.29	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.1280	4.35	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS			mll	15.0000	0.90	13.50	
0231190001	MADERA PINO			p2	2.0000	16.00	32.00	
0290130021	AGUA			und	0.0044	0.18	0.08	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN			kg	0.5440	0.01	0.01	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.05	0.05	
							0.05	

Fecha: 30/10/2024 10:49:14p. m.

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto 001 ALBAÑILERÍA

Partida	04.04	(010105010028-1301001-01)	ELABORACIÓN DE MURETES MÁS 15% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	48.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	24.00	1.92	1.92	
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0082	1.29	0.01	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	15.0000	0.90	13.50	13.50	
0231190001	MADERA PINO		p2	2.0000	16.00	32.00	32.00	
0290130021	AGUA		und	0.0044	0.18	0.01	0.01	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.8161	0.01	0.01	0.01	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.06	0.06	0.06	

Partida	04.05	(010105010029-1301001-01)	ELABORACIÓN DE MURETES MÁS 20% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	48.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	24.00	1.92	1.92	
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0082	1.29	0.01	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	15.0000	0.90	13.50	13.50	
0231190001	MADERA PINO		p2	2.0000	16.00	32.00	32.00	
0290130021	AGUA		und	0.0044	0.18	0.01	0.01	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	1.0800	0.01	0.01	0.01	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.06	0.06	0.06	

Partida	05.01	(010105010030-1301001-01)	ELABORACIÓN DE PILAS	Costo unitario directo por:			m3	21.91
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1067	24.00	2.56	2.56	
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0041	1.29	0.01	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	3.0000	0.90	2.70	2.70	
0231190001	MADERA PINO		p2	1.0000	16.00	16.00	16.00	
0290130021	AGUA		und	0.0022	0.18	0.01	0.01	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08	0.08	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"  
 Subpresupuesto 001 ALBAÑILERÍA

Partida	05.02	(010105010031-1301001-01)	ELABORACIÓN DE PILAS MÁS 5% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	21.91
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1067	24.00	2.56	2.56	
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0041	1.29	0.01	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	3.0000	0.90	2.70	2.70	
0231190001	MADERA PINO		p2	1.0000	16.00	16.00	16.00	
0290130021	AGUA		und	0.0022	0.18	0.04	0.04	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.2600	0.01	0.00	0.00	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08	0.08	

Partida	05.03	(010105010032-1301001-01)	ELABORACIÓN DE PILAS MÁS 10% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	21.91
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1067	24.00	2.56	2.56	
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0041	1.29	0.01	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	3.0000	0.90	2.70	2.70	
0231190001	MADERA PINO		p2	1.0000	16.00	16.00	16.00	
0290130021	AGUA		und	0.0041	0.18	0.07	0.07	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.1300	0.01	0.00	0.00	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08	0.08	

Partida	05.04	(010105010033-1301001-01)	ELABORACIÓN DE PILAS MÁS 15% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:			m3	22.57
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1333	24.00	3.20	3.20	
<b>Materiales</b>								
0207020001	ARENA		m3	0.0041	1.29	0.01	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	3.0000	0.90	2.70	2.70	
0231190001	MADERA PINO		p2	1.0000	16.00	16.00	16.00	
0290130021	AGUA		und	0.0022	0.18	0.04	0.04	
0291020003	CENIZA DE CARBÓN		kg	0.2000	0.01	0.00	0.00	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10	0.10	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Tesis: "Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería"

Subpresupuesto 001 ALBAÑILERÍA

Partida	05.05	(010105010034-1301001-01)	ELABORACIÓN DE PILAS MÁS 20% DE CENIZA DE CARBÓN	Costo unitario directo por:		m3	22.57
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1333	24.00	3.20	
<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA		m3	0.0041	1.29	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1280	4.35	0.56	
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS		mll	3.0000	0.90	2.70	
0231190001	MADERA PINO		p2	1.0000	16.00	16.00	
0290130021	AGUA		und	0.0022	0.18	0.18	
<b>19.27</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10	
<b>0.10</b>							

Anexo 15. Calibración de instrumentos de laboratorio



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA-F-091-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L	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.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC 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.
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE MUROS)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	NO INDICA	
Nº de serie	NO INDICA	
Identificación	CI-0434	
Procedencia	NO INDICA	
Intervalo de indicación	0 kgf a 30000 kgf	
Resolución	1 kgf	
Clase de exactitud	NO INDICA	
Modo de fuerza	Compresión	
Indicador Digital		
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Transductor de Presión		
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
5. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:16-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-091-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.  
ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,7 °C
Humedad relativa	70 %	71 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 44 kg	INF-LE N° 070-24 A

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALBRADO
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-091-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso	Ascenso	Ascenso	Descenso	Ascenso		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	
10	1000,00	996,29	994,28	995,29	--	--	995,29	4,71
20	2000,00	2010,03	2007,02	2008,03	--	--	2008,36	-8,36
30	3000,00	3016,30	3010,79	3012,79	--	--	3013,29	-13,29
40	4000,00	4024,13	4017,61	4020,12	--	--	4020,62	-20,62
50	5000,00	5031,50	5022,47	5025,48	--	--	5026,49	-26,49
60	6000,00	6035,92	6023,87	6024,88	--	--	6028,22	-28,22
70	7000,00	7040,38	7032,35	7035,86	--	--	7036,20	-36,20
80	8000,00	8047,90	8039,37	8040,88	--	--	8042,72	-42,72
90	9000,00	9055,97	9046,44	9049,45	--	--	9050,62	-50,62
100	10000,00	10064,10	10055,07	10058,58	--	--	10059,25	-59,25

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q	b	v	a	%	
%	kgf	%	%	%	%	%	
10	1000	0,47	0,20	--	0,10	--	0,84
20	2000	-0,42	0,15	--	0,05	--	0,73
30	3000	-0,44	0,18	--	0,03	--	0,70
40	4000	-0,51	0,16	--	0,03	--	0,69
50	5000	-0,53	0,18	--	0,02	--	0,69
60	6000	-0,47	0,20	--	0,02	--	0,69
70	7000	-0,51	0,11	--	0,01	--	0,68
80	8000	-0,53	0,11	--	0,01	--	0,68
90	9000	-0,56	0,10	--	0,01	--	0,68
100	10000	-0,59	0,09	--	0,01	--	0,68

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q	b	v	a	f0
	%	%	%	%	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> ) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-091-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)
Marca	TECNICAS CP
Modelo	STYE-2000B
N° de serie	131214
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Intervalo de indicación	0 kN a 2000 kN
Resolución	0,02 kN
Clase de exactitud	NO INDICA
Modo de fuerza	Compresión
Indicador Digital	
Marca	TECNICAS CP
Modelo	STYE-2000R
Serie	131214
Resolución	0,02 kN
Transductor de Presión	
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
5. Fecha de calibración	2024-09-03

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.

CALIBRATEC 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

2024-09-08



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 08/09/2024 09:58:58-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Instalaciones de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	22,9 °C
Humedad relativa	65 %	58 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 272 kg	INF-LE N° 070-24 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALBRADO
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kN	Ascenso kN	Ascenso kN	Descenso kN	Ascenso kN		
%	kN					kN	kN	
10	100,00	100,23	100,58	100,33	--	100,38	-0,38	
20	200,00	200,93	199,90	200,83	--	200,55	-0,55	
30	300,00	298,34	297,75	297,95	--	298,01	1,99	
40	400,00	397,65	399,07	399,51	--	398,75	1,25	
50	500,00	497,80	496,82	498,43	--	497,68	2,32	
60	600,00	596,08	593,09	597,25	--	595,47	4,53	
70	700,00	697,73	692,97	698,47	--	696,39	3,61	
80	800,00	795,31	792,12	798,54	--	795,32	4,68	
90	900,00	897,06	891,07	899,42	--	895,85	4,15	
100	1000,00	996,89	991,92	995,83	--	994,88	5,12	

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kN					%	
10	100	-0,38	0,34	--	0,02	--	0,95
20	200	-0,27	0,51	--	0,01	--	0,62
30	300	0,67	0,20	--	0,01	--	0,43
40	400	0,31	0,47	--	0,01	--	0,46
50	500	0,47	0,33	--	0,00	--	0,38
60	600	0,76	0,71	--	0,00	--	0,53
70	700	0,52	0,79	--	0,00	--	0,59
80	800	0,59	0,81	--	0,00	--	0,56
90	900	0,46	0,94	--	0,00	--	0,64
100	1000	0,51	0,50	--	0,00	--	0,43

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	Resolución relativa a %	Cero f <sub>0</sub> %
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> )      0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA MULTIUSOS)
Marca	FORNEY
Modelo	LA-3626-220
N° de serie	2491
Identificación	NO INDICA
Procedencia	U.S.A.
Intervalo de indicación	0 kgf a 5000 kgf
Resolución	0,1 kgf
Clase de exactitud	NO INDICA
Modo de fuerza	Compresión
Indicador Digital	
Marca	HIWEIGH
Modelo	315
Serie	NO INDICA
Resolución	0,1 kgf
Transductor de Presión	
Marca	ZEMIC
Modelo	H3-C3-5.ot-6B-C
Serie	M2D023720
5. Fecha de calibración	2024-05-18

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.

CALIBRATEC 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

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:15-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,6 °C
Humedad relativa	66 %	71 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 44 kg	INF-LE N° 070-24 A

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALBRADO
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Error de medición	
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso	Ascenso	Ascenso	Descenso	Ascenso		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	
10	500,00	497,71	497,21	498,21	--	--	497,71	2,29
20	1000,00	997,29	997,29	998,30	--	--	997,63	2,37
30	1500,00	1504,91	1499,89	1500,90	--	--	1501,90	-1,90
40	2000,00	2003,51	2002,51	2005,52	--	--	2003,85	-3,85
50	2500,00	2505,64	2504,13	2508,15	--	--	2505,97	-5,97
60	3000,00	3008,78	3006,77	3011,29	--	--	3008,95	-8,95
70	3500,00	3511,93	3509,93	3514,44	--	--	3512,10	-12,10
80	4000,00	4015,10	4012,59	4017,61	--	--	4015,10	-15,10
90	4500,00	4518,28	4515,27	4520,28	--	--	4517,94	-17,94
100	5000,00	5021,97	5019,96	5024,48	--	--	5022,14	-22,14

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q	b	v	a	%	
%	kgf	%	%	%	%	%	
10	500	0,46	0,20	--	0,02	--	1,18
20	1000	0,24	0,10	--	0,01	--	0,83
30	1500	-0,13	0,33	--	0,01	--	0,78
40	2000	-0,19	0,15	--	0,01	--	0,72
50	2500	-0,24	0,16	--	0,00	--	0,71
60	3000	-0,30	0,15	--	0,00	--	0,70
70	3500	-0,34	0,13	--	0,00	--	0,69
80	4000	-0,38	0,12	--	0,00	--	0,69
90	4500	-0,40	0,11	--	0,00	--	0,69
100	5000	-0,44	0,09	--	0,00	--	0,69

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
q	b	v	a	f0	
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> ) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Página 1 de 4

- 1. Expediente** 0644
- 2. Solicitante** LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C.E.I.R.L. - LEMS W & C.E.I.R.L.
- 3. Dirección** CAL LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
- 4. Instrumento calibrado** **BALANZA ELECTRÓNICA**  
**Marca** AMPUT  
**Modelo** NO INDICA  
**N° de serie** 457  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
**Capacidad máxima:** 2000 g  
**División de escala (d)** 0,01 g  
**Div. de verificación (e)** 0,1 g  
**Capacidad mínima** 5 g  
**Clase de exactitud** II
- 5. Fecha de calibración** 2024-05-18

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.

CALIBRATEC 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

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:18-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,7 °C
Humedad relativa	73 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 2000 g la balanza indicaba 2000,84 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C<sup>-1</sup> según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0176-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

**11. Inspección Visual**

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

**12. Resultados de la medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	72,0 %
<b>Carga L1</b>	<b>1 000,003 g</b>		<b>Carga L2</b>	<b>2 000,004 g</b>	
l	ΔL	E	l	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
999,98	0,010	-0,028	2 000,00	0,011	-0,010
999,96	0,009	-0,047	2 000,05	0,008	0,043
999,98	0,010	-0,028	2 000,01	0,010	0,001
999,97	0,009	-0,037	2 000,02	0,011	0,010
999,98	0,011	-0,029	2 000,01	0,011	0,000
999,97	0,010	-0,038	1 999,99	0,010	-0,019
999,96	0,008	-0,046	2 000,00	0,011	-0,010
999,98	0,010	-0,028	1 999,98	0,012	-0,031
999,97	0,012	-0,040	1 999,99	0,009	-0,018
999,96	0,011	-0,049	2 000,00	0,011	-0,010
Dif Máx. Encontrada	0,021		Dif Máx. Encontrada	0,074	
EMP	0,20		EMP	0,20	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1		1,00	0,011	-0,006		649,99	0,010	-0,016	-0,009
2		0,99	0,010	-0,015		650,01	0,008	0,006	0,021
3	1,000	0,99	0,011	-0,016	650,001	649,97	0,009	-0,035	-0,018
4		1,00	0,010	-0,005		649,97	0,011	-0,037	-0,031
5		0,99	0,008	-0,013		650,00	0,010	-0,006	0,008
Error máximo permitido ( ± )									0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0176-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,7 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L	Carga creciente					Carga decreciente				EMP
	l	ΔL	E	Ec	l	ΔL	E	Ec		
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	
E <sub>0</sub>	1,000	1,00	0,009	-0,004						
5,000	4,99	0,010	-0,015	-0,011	5,01	0,012	0,003	0,007	0,10	
200,001	199,99	0,008	-0,014	-0,010	200,02	0,011	0,013	0,017	0,10	
400,001	399,99	0,011	-0,017	-0,013	399,98	0,008	-0,024	-0,020	0,10	
650,001	649,98	0,010	-0,026	-0,021	649,98	0,010	-0,026	-0,021	0,20	
800,002	799,98	0,009	-0,026	-0,022	799,96	0,008	-0,045	-0,041	0,20	
1 000,003	999,96	0,009	-0,047	-0,043	999,91	0,008	-0,096	-0,092	0,20	
1 200,004	1 200,04	0,012	0,029	0,033	1 200,00	0,009	-0,008	-0,004	0,20	
1 400,004	1 400,04	0,010	0,031	0,035	1 400,00	0,009	-0,008	-0,004	0,20	
1 600,005	1 600,04	0,011	0,029	0,034	1 599,99	0,010	-0,020	-0,015	0,20	
2 000,004	2 000,00	0,010	-0,009	-0,005	2 000,00	0,010	-0,009	-0,005	0,20	

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
l: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

**Incertidumbre expandida de medición**

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00063 \text{ g}^2 + 0,0000000015 \cdot R^2}$$

**Lectura corregida de la balanza**

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000043 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

**13. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C.E.I.R.L. - LEMS W & C.E.I.R.L.
3. Dirección	CAL LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
N° de serie	8342028640
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Capacidad máxima:	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Capacidad mínima	50 g
Clase de exactitud	II
5. Fecha de calibración	2024-05-18

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.

CALIBRATEC 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

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:17-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C
Humedad relativa	73 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0870-002-23
ELICROM	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	CCP-0870-001-23
ELICROM	Pesa de 10 kg de clase F1	CLC-1532-003-23
ELICROM	Pesa de 20 kg de clase F1	CLC-1532-002-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 30010 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C<sup>-1</sup> según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

### 12. Resultados de la medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %
<b>Carga L1</b>	<b>15 000,0 g</b>		<b>Carga L2</b>	<b>30 000,0 g</b>	
l	ΔL	E	l	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,4	0,1	30 000	0,4	0,1
15 000	0,3	0,2	30 000	0,6	-0,1
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
Dif Máx. Encontrada	0,3		Dif Máx. Encontrada	0,4	
EMP	2		EMP	3	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1
2		10	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7
3	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	9 999	0,4	-0,9	-0,8
4		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
5		10	0,5	0,0		10 002	0,7	1,8	1,8
Error máximo permitido ( ± )									2

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
	l	ΔL	E	Ec	l	ΔL	E	Ec	
E <sub>0</sub>	10,0	10	0,7	-0,2					
50,0	50	0,7	-0,2	0,0	50	0,6	-0,1	0,1	1
3 000,0	3 000	0,4	0,1	0,3	3 000	0,6	-0,1	0,1	1
6 000,0	6 000	0,6	-0,1	0,1	6 000	0,7	-0,2	0,0	2
7 500,0	7 500	0,7	-0,2	0,0	7 500	0,5	0,0	0,2	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,2	10 000	0,6	-0,1	0,1	2
12 000,0	12 001	0,8	0,7	0,9	12 000	0,4	0,1	0,3	2
15 000,0	15 001	0,8	0,7	0,9	15 000	0,5	0,0	0,2	2
20 000,0	20 000	0,3	0,2	0,4	20 001	0,7	0,8	1,0	2
25 000,0	25 000	0,4	0,1	0,3	25 001	0,9	0,6	0,8	3
30 000,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	3

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

l: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,22 \text{ g}^2 + 0,0000000039 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000026 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

### 13. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-029-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente:** 0644
- Solicitante:** LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
- Dirección:** CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
- Equipo:** HORNO DE SECADO  
**Marca:** PERUTEST  
**Modelo:** PT-H76  
**N° de serie:** 0176  
**Procedencia:** NO INDICA  
**Identificación:** NO INDICA  
**Ubicación:** LABORATORIO

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.

CALIBRATEC 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.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	-50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

- Fecha de calibración:** 2024-05-18

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 09:04:28-0500



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 7

**6. Método de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.  
ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	21,8 °C
Humedad relativa	73,9 %	73,9 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH12) con incertidumbre en el orden de 0,11 °C a 0,14 °C	LTT24-0182

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 222 VAC
- La carga para la medición fue de 80 % y consistió de 4 bolos con muestras

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

**11. Resultados de la medición**

Temperatura ambiental promedio 21,0 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas  
El controlador se seteo en 110 °C

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,2	109,4	109,9	108,4	109,1	110,6	109,9	108,6	109,2	110,0	109,4	2,2
02	110,0	108,9	109,0	109,7	108,1	108,8	110,4	109,7	108,3	109,0	110,0	109,2	2,3
04	110,0	108,8	108,8	109,5	108,0	108,9	110,2	109,6	108,2	108,7	109,8	109,1	2,2
06	110,0	108,8	109,0	109,8	108,0	108,8	110,3	109,7	108,3	108,5	109,9	109,1	2,3
08	110,0	109,0	109,0	109,8	108,3	108,8	110,6	110,1	108,5	108,9	110,2	109,3	2,3
10	110,0	109,0	109,2	109,9	108,2	109,0	110,5	109,9	108,6	109,0	110,0	109,3	2,3
12	110,0	108,8	108,8	109,5	108,3	108,8	110,4	109,9	108,4	109,0	109,8	109,2	2,1
14	110,0	108,9	109,0	109,7	108,1	108,7	110,2	109,6	108,3	108,6	109,8	109,1	2,1
16	110,0	108,9	109,1	109,8	108,3	108,8	110,4	109,8	108,4	108,7	109,9	109,2	2,1
18	110,0	109,0	109,0	109,7	108,3	108,9	110,4	109,9	108,4	108,8	110,1	109,3	2,1
20	110,0	109,0	108,9	109,6	108,3	108,7	110,3	109,6	108,2	108,8	109,8	109,1	2,1
22	110,0	109,0	108,8	109,7	108,4	108,9	110,5	110,1	108,5	109,4	109,7	109,3	2,1
24	110,0	108,9	108,6	109,6	108,1	108,7	110,3	109,9	108,3	109,2	110,0	109,2	2,2
26	110,0	109,0	108,9	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,3	108,8	110,1	109,2	2,0
28	110,0	109,0	109,1	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,4	108,8	109,7	109,2	1,9
30	110,0	108,9	109,0	109,6	108,4	108,8	110,3	109,6	108,3	108,7	109,6	109,1	2,0
32	110,0	108,8	108,8	109,6	108,1	108,7	110,1	109,4	108,3	108,3	109,8	109,0	2,0
34	110,0	108,9	109,2	109,8	108,1	108,8	110,3	109,6	108,4	108,5	109,9	109,2	2,2
36	110,0	108,9	109,1	109,7	108,3	108,9	110,2	109,5	108,3	108,5	109,7	109,1	1,9
38	110,0	108,9	108,9	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,3	108,7	109,7	109,2	2,0
40	110,0	108,9	109,0	109,7	108,4	108,8	110,3	109,6	108,4	108,6	109,8	109,2	1,9
42	110,0	109,0	109,0	109,7	108,5	108,9	110,2	109,6	108,4	108,8	109,9	109,2	1,8
44	110,0	108,8	109,3	109,7	108,3	108,7	110,2	109,6	108,3	108,8	110,1	109,2	1,9
46	110,0	108,9	108,8	109,5	108,3	108,8	110,3	109,7	108,3	108,6	110,0	109,1	2,0
48	110,0	108,9	109,1	109,7	108,2	108,7	110,4	109,8	108,4	108,7	109,9	109,2	2,2
50	110,0	108,9	108,9	109,7	108,3	108,7	110,4	109,8	108,4	108,8	110,2	109,2	2,1
52	110,0	108,9	109,1	109,7	108,5	108,8	110,3	109,9	108,4	108,8	110,0	109,3	1,9
54	110,0	108,8	108,7	109,6	108,4	108,7	110,3	109,9	108,3	109,1	109,8	109,2	2,0
56	110,0	108,8	109,1	109,6	108,1	108,7	110,2	109,5	108,3	108,4	109,5	109,0	2,1
58	110,0	108,8	108,8	109,6	108,1	108,7	110,3	109,9	108,3	108,9	110,2	109,2	2,2
60	110,0	108,9	108,9	109,7	108,3	108,7	110,2	109,7	108,3	108,7	110,1	109,2	1,9
T. PROM		108,9	109,0	109,7	108,3	108,8	110,3	109,7	108,4	108,8	109,9	109,2	
Temp. máxima		109,2	109,4	109,9	108,5	109,1	110,6	110,1	108,6	109,4	110,2		
Temp. mínima		108,8	108,6	109,5	108,0	108,7	110,1	109,4	108,2	108,3	109,5		
DTT		0,4	0,8	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4	1,1	0,7		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	110,6	0,3
Mínima Temperatura medida	108,0	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,1	0,4
Estabilidad medida	0,55	0,05
Uniformidad medida	2,3	0,4

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
T<sub>MIN</sub> : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

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.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo  
CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

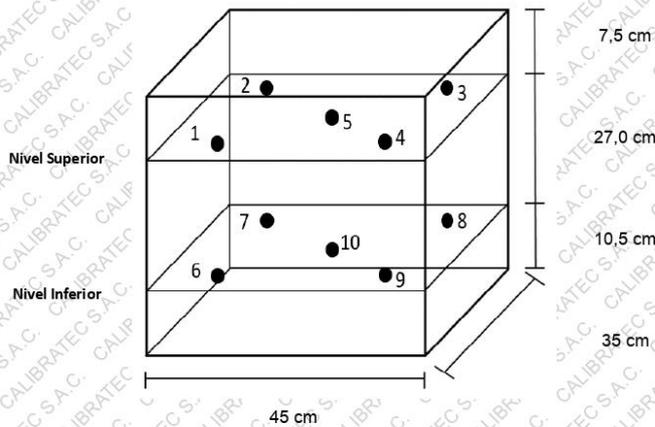
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 5 de 7

**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO**



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

**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%.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

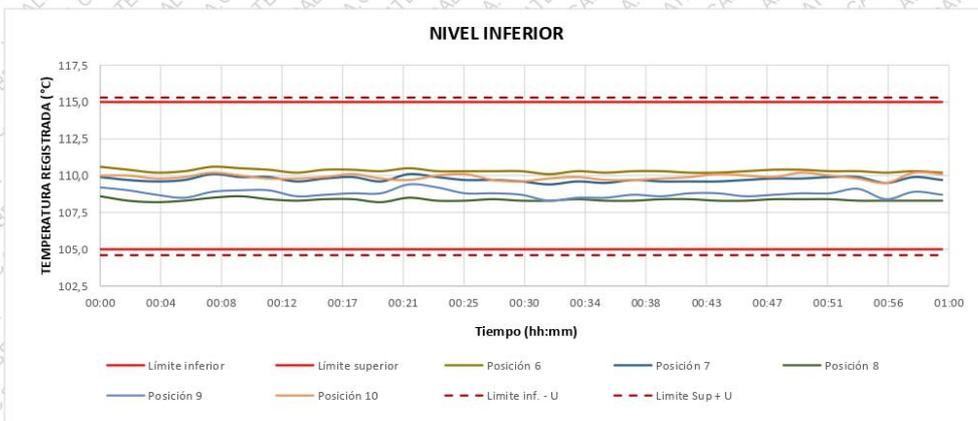
📘 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 7

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 7 de 7

**FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO**



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:  
CHUÉZ SALAZAR Sergio Jean Piero  
FAU: 2013940533 Perú  
Fecha: 25/03/2022 16:37:05:0500

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

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° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032



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:wtenwa22bp

Pág. 1 de 1

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](http://www.indecopi.gob.pe)

Anexo 16. Validación de expertos



Colegiatura N° 20853

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
BOCCENA DEL RIO PEDRO MONTE	Lo Civil	Ensayos mecánicos: Resistencia a compresión; Resistencia a tracción; resistencia a compresión de pilas y muretes.	Barbaran Asalde Karem Carolina
<b>Título de la Investigación:</b>			
Influencia de la Ceniza de Carbón Como Residuo Aglomerante en las Propiedades Físicas Mecánicas de Mortero de Albañilería			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	Acuerdo o Desacuerdo	Modificación y Opinión
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME
3	A	CONFORME
4	A	CONFORME

SEZ EXPERTO

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados del mortero	Ceniza de carbón (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Ensayo químico ceniza de carbón	5%	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico		X		X		X		X	
3	Densidad		X		X		X		X	
4	Fluidez		X		X		X		X	
5	adherencia	10%	X		X		X		X	
6	Variación dimensional		X		X		X		X	
7	Alabeo		X		X		X		X	
8	Succión	15%	X		X		X		X	
9	Absorción		X		X		X		X	
10	Resistencia a compresión		X		X		X		X	
11	Resistencia a tracción	20%	X		X		X		X	
12	Resistencia a compresión de pilas		X		X		X		X	
13	Resistencia compresión diagonal muretes		X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable:  (X)

Aplicable después de corregir:  ( )

No aplicable:  ( )

Apellidos y nombres del juez validador: *BOLIVAS CARLOS PARRA D.*

Especialidad: *DRO CIVIL*

**JUEZ EXPERTO**

Colegiatura N° 227739

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Enriquez Paredes Junior Rafael	Eng. Civil	Ensayos mecánicos: Resistencia a compresión; Resistencia a tracción; resistencia a compresión de pilas y muretes.	Barbaran Asalde Karem Carolina
<b>Título de la Investigación:</b>			
Influencia de la Ceniza de Carbón Como Residuo Aglomerante en las Propiedades Físicas Mecánicas de Mortero de Albañilería			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	Acuerdo o Desacuerdo	Modificación y Opinión
1	A	Conforma
2	A	Conforma
3	A	Conforma
4	A	Conforma

ASESOR EXPERTO

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados del mortero	Ceniza de carbón (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Ensayo químico ceniza de carbón	5%	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico		X		X		X		X	
3	Densidad		X		X		X		X	
4	Fluidez		X		X		X		X	
5	adherencia	10%	X		X		X		X	
6	Variación dimensional		X		X		X		X	
7	Alabeo		X		X		X		X	
8	Succión	15%	X		X		X		X	
9	Absorción		X		X		X		X	
10	Resistencia a compresión		X		X		X		X	
11	Resistencia a tracción	20%	X		X		X		X	
12	Resistencia a compresión de pilas		X		X		X		X	
13	Resistencia compresión diagonal muretes		X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable:  (X)

Aplicable después de corregir:  ( )

No aplicable:  ( )

Apellidos y nombres del juez validador: *Enriquez Porras Junior Rafael*

Especialidad: *Eng Civil*

*[Firma]*  
 JUNIOR RAFAEL ENRIQUEZ PORRAS  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 227739

**JUEZ EXPERTO**

Colegiatura N° 346886

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Sotero Veliz Diana Lourdes	Ing. civil	Ensayos mecánicos: Resistencia a compresión; Resistencia a tracción; resistencia a compresión de pilas y muretes.	Barbaran Asalde Karem Carolina
<b>Título de la Investigación:</b>			
Influencia de la Ceniza de Carbón Como Residuo Aglomerante en las Propiedades Físicas Mecánicas de Mortero de Albañilería			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	Acuerdo o Desacuerdo	Modificación y Opinión
1	A	Conforme
2	A	conforme
3	A	conforme
4	A	conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados del mortero	Ceniza de carbón (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Ensayo químico ceniza de carbón	5%	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico		X		X		X		X	
3	Densidad		X		X		X		X	
4	Fluidez		X		X		X		X	
5	adherencia	10%	X		X		X		X	
6	Variación dimensional		X		X		X		X	
7	Alabeo		X		X		X		X	
8	Succión	15%	X		X		X		X	
9	Absorción		X		X		X		X	
10	Resistencia a compresión		X		X		X		X	
11	Resistencia a tracción	20%	X		X		X		X	
12	Resistencia a compresión de pilas		X		X		X		X	
13	Resistencia compresión diagonal muretes		X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable:  (X)

Aplicable después de corregir:  ( )

No aplicable:  ( )

Apellidos y nombres del juez validador: *Sotero Velaz Diana Lovdes*

Especialidad: *Ing. civil*

*[Firma]*  
**JUEZ EXPERTO**

Colegiatura N° 227738 ..... validad de contenido

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Enriquez Acosta Marco Antonio	Ingeniero Civil	Ensayos mecánicos: Resistencia a compresión; Resistencia a tracción; resistencia a compresión de pilas y muretes.	Barbaran Asalde Karem Carolina
<b>Título de la Investigación:</b>			
Influencia de la Ceniza de Carbón Como Residuo Aglomerante en las Propiedades Físicas Mecánicas de Mortero de Albañilería			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	Acuerdo o Desacuerdo	Modificación y Opinión
1	A	Conforme
2	A	Conforme
3	A	Conforme
4	A	Conforme

JUZG EXPERTO

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados del mortero	Ceniza de carbón (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Ensayo químico ceniza de carbón	5%	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico		X		X		X		X	
3	Densidad		X		X		X		X	
4	Fluidez		X		X		X		X	
5	adherencia	10%	X		X		X		X	
6	Variación dimensional		X		X		X		X	
7	Alabeo		X		X		X		X	
8	Succión	15%	X		X		X		X	
9	Absorción		X		X		X		X	
10	Resistencia a compresión		X		X		X		X	
11	Resistencia a tracción	20%	X		X		X		X	
12	Resistencia a compresión de pilas		X		X		X		X	
13	Resistencia compresión diagonal muretes		X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable:  (X)

Aplicable después de corregir: ( )

No aplicable: ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Enriquez Acosta Marco Antonio

Especialidad: Ingeniero Civil



JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 338582

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Villanueva Meza Cristian Deyvi	Ingeniero Civil	Ensayos mecánicos: Resistencia a compresión; Resistencia a tracción; resistencia a compresión de pilas y muretes.	Barbaran Asalde Karem Carolina
<b>Título de la Investigación:</b>			
Influencia de la Ceniza de Carbón Como Residuo Aglomerante en las Propiedades Físicas Mecánicas de Mortero de Albañilería			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	Acuerdo o Desacuerdo	Modificación y Opinión
1	A	Conforme
2	A	Conforme
3	A	Conforme
4	A	Conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados del mortero	Ceniza de carbón (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Ensayo químico ceniza de carbón	5%	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico		X		X		X		X	
3	Densidad		X		X		X		X	
4	Fluidez		X		X		X		X	
5	adherencia	10%	X		X		X		X	
6	Variación dimensional		X		X		X		X	
7	Alabeo		X		X		X		X	
8	Succión	15%	X		X		X		X	
9	Absorción		X		X		X		X	
10	Resistencia a compresión		X		X		X		X	
11	Resistencia a tracción	20%	X		X		X		X	
12	Resistencia a compresión de pilas		X		X		X		X	
13	Resistencia compresión diagonal muretes		X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable:  (X)

Aplicable después de corregir:  ( )

No aplicable:  ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Villanueva Haza Cristian Depue

Especialidad: Ingeniero Civil



**JUEZ EXPERTO**  
**CRISTIAN DEPUÉ VILLANUEVA HAZA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. GIP. 338582**

**Anexo 17.** Instrumento de validación estadística con criterio jueces expertos.

INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN  
ESTADÍSTICA CON CRITERIO JUECES  
EXPERTOS Y CRITERIO MUESTRA PILOTO

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS**

**INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL  
"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE  
ALBAÑILERÍA"**

CLARIDAD						
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA						
Dosificación: 1:4 - de mortero +10% de Ceniza de carbón						
	Compresión	Flexión	Tracción	Compresión en Pilas	Compresión Diagonal	Adherencia
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	1	5	5
n	5	5	5	5	5	5
c	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por preg=	1					

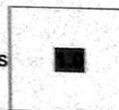
CONTEXTO						
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA						
Dosificación: 1:4 - de mortero +10% de Ceniza de carbón						
	Compresión	Flexión	Tracción	Compresión en Pilas	Compresión Diagonal	Adherencia
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	1	5	5
n	5	5	5	5	5	5
c	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por preg=	1					

*E. Paiva*  
**Mag. Edwin F. Querevatú Paiva**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESPE N° 1111

CONGRUENCIA						
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA						
Dosificación: 1:4 - de mortero +10% de Ceniza de carbón						
	Compresión	Flexión	Tracción	Compresión en Pilas	Compresión Diagonal	Adherencia
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	1	5	5
n	5	5	5	5	5	5
c	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por preg=	1					

DOMINIO DEL CONSTRUCTO						
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA						
Dosificación: 1:4 - de mortero +10% de Ceniza de carbón						
	Compresión	Flexión	Tracción	Compresión en Pilas	Compresión Diagonal	Adherencia
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	1	5	5
n	5	5	5	5	5	5
c	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por preg=	1					

V de Aiken del instrumento por jueces expertos



## **Análisis de Normalidad de Datos**

La investigación usó una prueba estadística con la finalidad de realizar la comparación entre los datos obtenidos en las pruebas realizadas con ladrillo tipo iv para mortero en dosificaciones en 1:4 patrón y las pruebas de mortero en diferentes proporciones que tiene ceniza de carbón y se evaluó si la diferencia que surge es significativa.

### **Pruebas de normalidad**

Se llevaron a cabo las pruebas de normalidad para los datos obtenidos para cada tipo de propiedades de mecánicas, la finalidad de la aplicación de estas pruebas de normalidad es conocer el tipo de prueba estadística de diferencia de medias independientes que se aplicará. Puesto que las observaciones de cada indicador no eran mayores a 50, se aplicó la prueba estadística Shapiro-Wilk.

El criterio para validar hipótesis en el caso de la prueba de normalidad es el siguiente:

- Si el P-Valor  $> 0.05$ , acepta  $H_0$  (normalidad en los datos)
- Si el P-Valor  $< 0.05$ , rechace  $H_0$  (no hay normalidad en los datos)

se considera el intervalo de confianza al 95%.

  
Mag. Edwin F. Querevalú Paiva  
MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
COESPPE N° 1111

## RELACIÓN 1:4 MORTERO

### “INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO RESIDUO AGLOMERANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE MORTERO DE ALBAÑILERÍA”

#### RESISTENCIA COMPRESIÓN

##### Estadísticas de fiabilidad

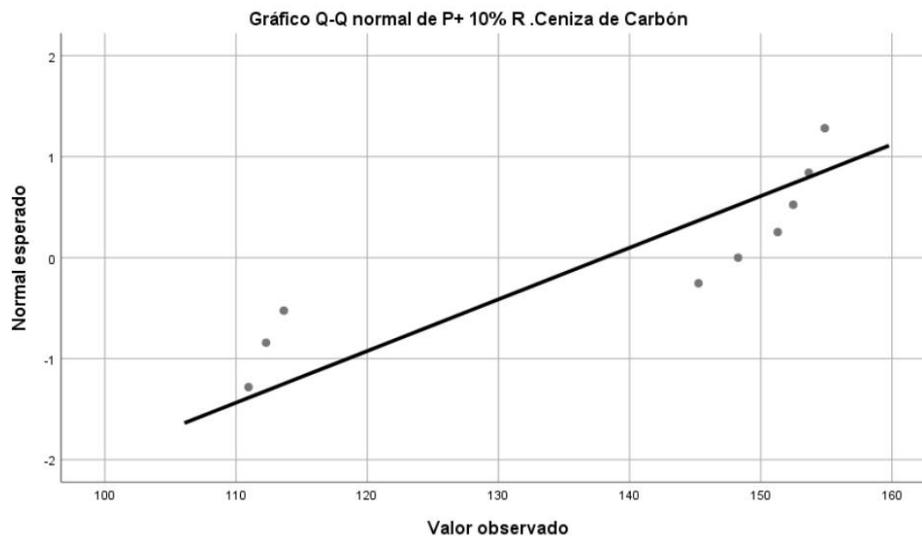
T de Student	N de elementos
95%	5

##### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON REFERENCIAL	,216	9	,200*	,749	9	,022
P+ 5% R .Ceniza de Carbón	,247	9	,119	,789	9	,015
P+ 10% R .Ceniza de Carbón	,310	9	,013	,839	9	,044
P+ 15% R .Ceniza de Carbón	,301	9	,018	,815	9	,030
P+ 20% R .Ceniza de Carbón	,300	9	,019	,785	9	,014

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors



### Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Sig.
Par 1 PATRON REFERENCIAL	115,8800	9	14,28550	4,78133	
P+ 5% R .Ceniza de Carbón	127,8133	9	18,07353	5,92441	
Par 2 PATRON REFERENCIAL	115,8800	9	14,28550	4,78133	
P+ 10% R .Ceniza de Carbón	138,0757	9	19,55748	6,31318	
Par 3 PATRON REFERENCIAL	115,8800	9	14,28550	4,78133	
P+ 15% R .Ceniza de Carbón	122,8067	9	17,11822	5,71866	
Par 4 PATRON REFERENCIAL	115,8800	9	14,28550	4,78133	
P+ 20% R .Ceniza de Carbón	111,7022	9	13,84817	4,81539	

### Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 PATRON REFERENCIAL & P+ 5% R .Ceniza de Carbón	9	,959	,000
Par 2 PATRON REFERENCIAL & P+ 10% R .Ceniza de Carbón	9	,983	,000
Par 3 PATRON REFERENCIAL & P+ 15% R .Ceniza de Carbón	9	,978	,000
Par 4 PATRON REFERENCIAL & P+ 20% R .Ceniza de Carbón	9	,964	,000

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		95% de intervalo de							
		Desv. confianza de la							
		Desv. Error diferencia							
	Media	Desviación	promedio	Inferior	Superior	t	gl	(bilateral)	Sig.
Par 1	PATRON REFERENCIAL - P+ 5% R .Ceniza de Carbón	11,93333	5,97714	1,99238	18,52777	7,33890	5,928	8	,000
Par 2	PATRON REFERENCIAL - P+ 10% R .Ceniza de Carbón	22,19667	6,09466	2,03155	26,88143	17,51190	10,928	8	,000
Par 3	PATRON REFERENCIAL - P+ 15% R .Ceniza de Carbón	6,92667	4,32835	1,44278	10,25373	3,58960	4,801	8	,001
Par 4	PATRON REFERENCIAL - P+ 20% R .Ceniza de Carbón	4,17778	2,54954	,84985	2,21803	6,13753	4,918	8	,001

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del mortero en relación 1:4 adicionando ceniza de carbón al 5%, 10%, 15% y 20% para resistencia a la compresión significativa ( $p < 0.05$ ) y el óptimo está dada al 10% Ceniza de Carbón ( $t = 10,926$ ) demostrado con una confiabilidad del 95%.

  
**Mag. Edwin F. Querevachi Paiva**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESPE N° 1111

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter sujetos	10835,599	8	1354,450		
Intra sujetos					
Entre elementos	3856,667	4	964,167	88,514	,000
Residuo	348,570	32	10,893		
Total	4205,237	36	116,812		
Total	15040,836	44	341,837		

Media global = 123,2558

### RESISTENCIA FLEXIÓN

#### Estadísticas de fiabilidad

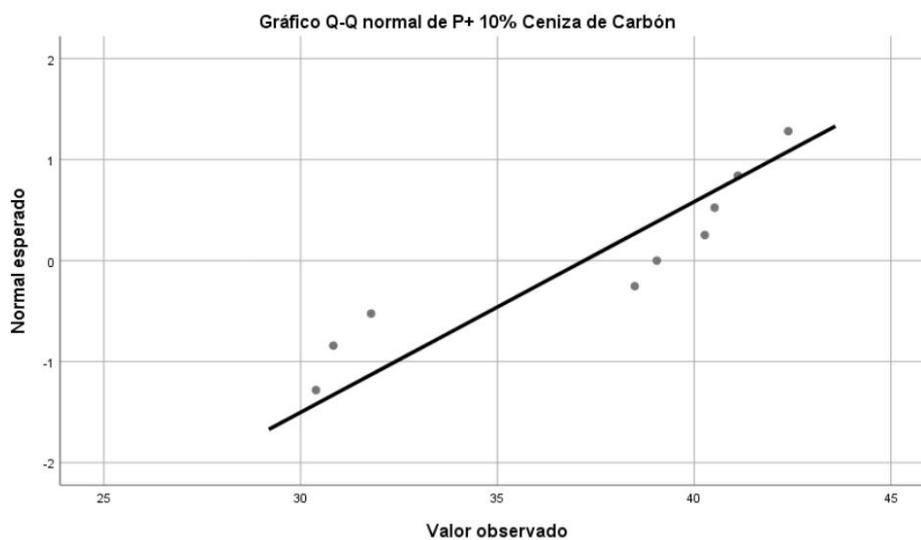
T de Student	N de elementos
95%	5

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON REFERENCIAL	,239	9	,148	,850	9	,075
P+ 5% Ceniza de Carbón	,227	9	,200*	,878	9	,050
P+ 10% Ceniza de Carbón	,272	9	,053	,892	9	,086
P+ 15% Ceniza de Carbón	,282	9	,037	,795	9	,018
P+ 20% Ceniza de Carbón	,245	9	,126	,837	9	,053

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors



#### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRON REFERENCIAL	31,9944	9	4,16111	1,38704
	P+ 5% Ceniza de Carbón	35,2667	9	4,64966	1,54989
Par 2	PATRON REFERENCIAL	31,9944	9	4,16111	1,38704
	P+ 10% Ceniza de Carbón	37,2044	9	4,79556	1,59852
Par 3	PATRON REFERENCIAL	31,9944	9	4,16111	1,38704
	P+ 15% Ceniza de Carbón	33,5844	9	4,29871	1,43290
Par 4	PATRON REFERENCIAL	31,9944	9	4,16111	1,38704
	P+ 20% Ceniza de Carbón	29,3078	9	3,79495	1,26498

#### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRON REFERENCIAL & P+ 5% Ceniza de Carbón	9	,891	,001
Par 2	PATRON REFERENCIAL & P+ 10% Ceniza de Carbón	9	,998	,000
Par 3	PATRON REFERENCIAL & P+ 15% Ceniza de Carbón	9	,952	,000
Par 4	PATRON REFERENCIAL & P+ 20% Ceniza de Carbón	9	,924	,000

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas								
				95% de intervalo						
				Desv. de confianza de la		diferencia				Sig.
		Media	Desviación	promedio	Inferior	Superior	t	gl	(bilateral)	
Par 1	PATRON REFERENCIAL - P+ 5% Ceniza de Carbón	3,27222	2,11251	,70417	4,89604	1,64840	4,647	8		,002
Par 2	PATRON REFERENCIAL - P+ 10% Ceniza de Carbón	5,21000	,68918	,22973	5,73975	4,68025	6,679	8		,000
Par 3	PATRON REFERENCIAL - P+ 15% Ceniza de Carbón	1,59000	1,31118	,43706	2,59786	,58214	5,638	8		,000
Par 4	PATRON REFERENCIAL - P+ 20% Ceniza de Carbón	2,68667	1,59015	,53005	1,46437	3,90896	5,069	8		,001

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del mortero en relación 1:4 adicionando ceniza de carbón al 5%,10%,15% y 20% para resistencia a la flexión significativa ( $p < 0.05$ ) y el óptimo está dada al **10% de Ceniza de Carbón ( $t = 6,679$ )** demostrado con una **confiabilidad del 95%**.

### ANOVA

		Suma de	gl	Media	F	Sig
		cuadrados		cuadrática		
Inter sujetos		726,972	8	90,871		
Intra sujetos	Entre elementos	330,197	4	82,549	83,793	,000
	Residuo	31,525	32	,985		
	Total	361,722	36	10,048		
Total		1088,693	44	24,743		

Media global = 33,4716

  
**Mag. Edwin F. Querevalú Paiva**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESPE N° 1111

## RESISTENCIA TRACCIÓN

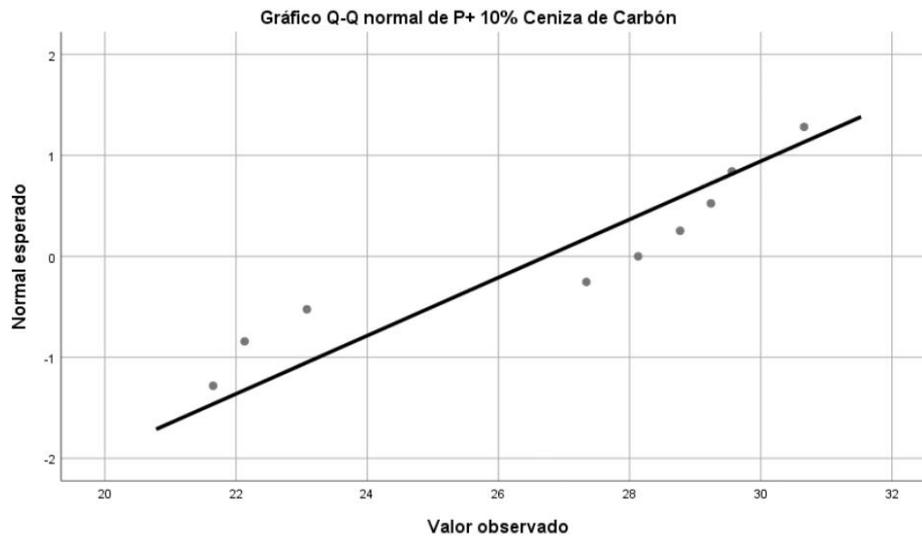
### Estadísticas de fiabilidad

T de Student	N de elementos
95%	5

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON REFERENCIAL	,240	9	,142	,847	9	,069
P+ 5% Ceniza de Carbón	,287	9	,032	,790	9	,016
<b>P+ 10% Ceniza de Carbón</b>	,236	9	,157	,852	9	,079
P+ 15% Ceniza de Carbón	,236	9	,158	,830	9	,156
P+ 20% Ceniza de Carbón	,518	9	,000	,393	9	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors



### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv Error promedio
Par 1	PATRON REFERENCIAL	22,9889	9	3,01518	1,00506
	P+ 5% Ceniza de Carbón	24,3411	9	3,11056	1,03685
Par 2	PATRON REFERENCIAL	22,9889	9	3,01518	1,00506
	P+ 10% Ceniza de Carbón	26,7289	9	3,47377	1,15792
Par 3	PATRON REFERENCIAL	22,9889	9	3,01518	1,00506
	P+ 15% Ceniza de Carbón	25,0078	9	3,28494	1,09498
Par 4	PATRON REFERENCIAL	22,9889	9	3,01518	1,00506
	P+ 20% Ceniza de Carbón	22,2022	9	824,55492	274,85164

### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRON REFERENCIAL & P+ 5% Ceniza de Carbón	9	,901	,000
Par 2	PATRON REFERENCIAL & P+ 10% Ceniza de Carbón	9	,932	,000
Par 3	PATRON REFERENCIAL & P+ 15% Ceniza de Carbón	9	,886	,001
Par 4	PATRON REFERENCIAL & P+ 20% Ceniza de Carbón	9	,908	,003

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la					
		Desv.	Error	Inferior	Superior	t	gl (bilateral)	Sig.	
	Media	Desviación	promedio						
Par 1	PATRON REFERENCIAL - P+ 5% Ceniza de Carbón	1,35222	,42056	,14019	1,67549	1,02895	3,646	8	,000
Par 2	PATRON REFERENCIAL - P+ 10% Ceniza de Carbón	3,74000	1,28102	,42701	4,72468	2,75532	8,759	8	,000
Par 3	PATRON REFERENCIAL - P+ 15% Ceniza de Carbón	2,01889	1,52711	,50904	3,19273	1,84505	5,966	8	,002
Par 4	PATRON REFERENCIAL - P+ 20% Ceniza de Carbón	2,21333	,74726	,58242	2,40153	1,97487	4,002	8	,000

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del mortero en relación 1:4 adicionando ceniza de carbón al 5%, 10%, 15% y 20% para resistencia a la tracción significativa ( $p < 0.05$ ) y el óptimo está dada al 10% de Ceniza de Carbón ( $t = 8,759$ ) demostrado con una confiabilidad del 95%.

*E. Querevalú*  
**Mag. Edwin F. Querevalú Paiva**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESPE N° 1111

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	1093543,896	8	136692,987		
Intra sujetos					
Entre elementos	538387,672	4	134596,918	,991	,427
Residuo	4345915,595	32	135809,862		
Total	4884303,267	36	135675,091		
Total	5977847,163	44	135860,163		

Media global = 79,4538