



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'_c=175\text{kg/cm}^2$ , con cenizas de cáscara de arroz y vidrio molido, Chimbote, 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Olaya Guerrero, Jacob Josue (orcid.org/0000-0003-0432-1074)

**ASESOR:**

Mgrt. Muñoz Arana, Jose Pepe (orcid.org/0000-0002-9488-9650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MUÑOZ ARANA JOSE PEPE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , con cenizas de cáscara de arroz y vidrio molido, Chimbote, 2023", cuyo autor es OLAYA GUERRERO JACOB JOSUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHIMBOTE, 02 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MUÑOZ ARANA JOSE PEPE <b>DNI:</b> 32960000 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9488-9650	Firmado electrónicamente por: JMUNOZA el 02-07- 2024 00:53:40

Código documento Trilce: TRI - 0787062

## Declaratoria de originalidad de los autores



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, OLAYA GUERRERO JACOB JOSUE estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ , con cenizas de cáscara de arroz y vidrio molido, Chimbote, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JACOB JOSUE OLAYA GUERRERO DNI: 76089733 ORCID: 0000-0003-0432-1074	Firmado electrónicamente por: JOLAYAG el 02-07- 2024 21:56:44

Código documento Trilce: TRI - 0787064



## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo a Dios, por darme las habilidades para poder llegar hasta donde estoy, a mis padres y hermanos que fueron el soporte en todo sentido de la palabra para mantenerme en pie, a mis compañeros y amigos en general, que hicieron que la experiencia de estar en la universidad sea placentera.

**Olaya Guerrero, Jacob**

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios, por darme la oportunidad de estar un día más con vida y mostrarme las maravillas de su misericordia.

De la misma manera agradecer a mi madre, por ser la razón por la cual me esfuerzo todos los días y hacerla sentir orgullosa de mi.

Agradecer también a los docentes y jefes inmediatos, que intervinieron en mi formación académica, ya sea desde el inicio de mi vida universitaria como en su culminación.

**Olaya Guerrero, Jacob**

## Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad de los autores	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	11
III. RESULTADOS	20
IV. DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES	45
VI. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	53

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Población.....	15
<b>Tabla 2:</b> Muestra.....	16
<b>Tabla 3:</b> Muestra estudiadas.....	20
<b>Tabla 4:</b> Análisis Granulométrico del vidrio molido.....	25
<b>Tabla 5:</b> Composición química de la cascarilla de arroz.....	27
<b>Tabla 6:</b> Temperatura de calcinación de cascarilla de arroz.....	28
<b>Tabla 7:</b> Especificaciones de los materiales.....	29
<b>Tabla 8:</b> Secuencia del diseño de mezcla.....	30
<b>Tabla 9:</b> ANOVA de las muestras a 7 días de curado.....	35
<b>Tabla 10:</b> ANOVA de las muestras a 7 días de curado.....	36
<b>Tabla 11:</b> ANOVA de las muestras a 14 días de curado.....	37
<b>Tabla 12:</b> ANOVA de las muestras a 14 días de curado.....	38
<b>Tabla 13:</b> ANOVA de las muestras a 28 días de curado.....	39
<b>Tabla 14:</b> ANOVA de las muestras a 28 días de curado.....	40

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> : Diseño de investigación.....	11
<b>Figura 2</b> : Resistencia a la compresión de muestra patrón.....	21
<b>Figura 3</b> : Resistencia a la compresión de muestra patrón (10% CCA-VM).....	22
<b>Figura 4</b> : Resistencia a la compresión de muestra patrón (15% CCA-VM).....	23
<b>Figura 5</b> : Resistencia a la compresión de muestra patrón (20% CCA-VM).....	24
<b>Figura 6</b> : Curva granulométrica .....	26
<b>Figura 7</b> : Resistencia promedio de las muestras.....	33
<b>Figura 8</b> : Resistencia de las muestras a las diferentes edades de curado.....	34
<b>Figura 9:</b> Campana de Gauss para muestras con 7 días de curado .....	35
<b>Figura 10:</b> Campana de Gauss para muestras con 14 días de curado .....	37
<b>Figura 11:</b> Campana de Gauss para muestras con 28 días de curado .....	39

## Resumen

El objetivo general de este estudio es determinar la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto al reemplazar el cemento por cenizas de cáscara de arroz y el agregado fino por vidrio molido reciclado en diferentes porcentajes, de los cuales se elaboraron 48 muestras que pasaron por una serie de ensayos, como el granulométrico, espectrometría de fluorescencia de rayos x, resistencia a la compresión, etc. Los resultados obtenidos revelaron que el vidrio reciclado retenido en la malla N° 8 influye en el diseño del concreto, el Dióxido de Silicio en la cascarilla de arroz mejora la resistencia del concreto, es importante controlar la temperatura de quema, la mezcla recomendada es 1:2.3:2.8 con 31 litros de agua por bolsa y se observó un aumento significativo en la resistencia con un 15% de sustitución de los agregados. Se concluye que la dosificación más adecuada para la producción de ladrillos es la muestra patrón con un 15% de sustitución.

**Palabras clave:** Cenizas de cascara de arroz, resistencia a la compresión, vidrio molido.

## **Abstract**

The general objective of this study is to determine the compressive strength of concrete brick by replacing cement with rice husk ash and the fine aggregate with recycled ground glass in different percentages, of which 48 samples were made that passed through a series of tests, such as granulometry, x-ray fluorescence spectrometry, compression resistance, etc. The results obtained revealed that the recycled glass retained in the No. 8 mesh influences the design of the concrete, the Silicon Dioxide in the rice husk improves the resistance of the concrete, it is important to control the burning temperature, the recommended mixture is 1: 2.3:2.8 with 31 liters of water per bag and a significant increase in strength will be observed with a 15% replacement of aggregates. It is concluded that the most appropriate dosage for brick production is the standard sample with 15% substitution.

**Keywords:** rice husk ash, compressive strength, ground glass.

## I. INTRODUCCIÓN

Para Muñoz, Delgado y Facundo (2021, p. 2) mencionaron que, en la población de bajos recursos, la escasez de viviendas a precios accesibles es un problema social importante. Comúnmente el ladrillo se considera un elemento muy requerido, el cual tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Además, los ladrillos huecos de arcilla cocida son especialmente problemáticos debido a su conductividad térmica y su capacidad de absorber agua, lo que agrava aún más la situación.

Así mismo, Gareca, et al (2020, p.3) advirtieron que la fabricación de ladrillos es la más común en la construcción, pero su proceso es contaminante debido a la emisión de gases nocivos a la atmósfera. El uso de combustibles como leña, llantas o plásticos durante la cocción genera gases, lo que resulta en problemas de salud y contaminación ambiental.

De la misma manera, Robinson, Torres y Vílchez (2022, p. 7) mencionaron que el arroz es uno de los granos más populares, presentando diferencias regionales en cuanto a su distribución geográfica. Mayormente se concentra en Asia, donde se origina la mayor parte de la elaboración mundial de arroz, se estima que más de 75 naciones cultivan arroz, incluyendo Nicaragua.

Para Naveda, et al (2019, p. 2) nos mencionó que, en el Perú el arroz es primer producto en área sembrada y cosechada, con 0,38 millones de hectáreas hace 10 años atrás. A nivel mundial, se produjeron aproximadamente 741 millones de tn de arroz en 2014, generando alrededor de 150 millones de toneladas de cáscara de arroz.

De tal manera que, se formula el problema general: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir ceniza de cáscara de arroz por cemento y el vidrio molido reciclado por el agregado fino? Seguidamente, se presentan los problemas específicos: ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y la arena gruesa por vidrio molido en un porcentaje del 10%? ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y la arena gruesa

por vidrio molido en un porcentaje del 15 ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y la arena gruesa por vidrio molido en un porcentaje del 20%? ¿Cuál es el porcentaje más eficiente de sustitución de ceniza de cascarilla de arroz y vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto?

Por tanto, esta presente investigación se justifica mediante los siguientes métodos: Razonamiento teórico, en el que se han realizado varios estudios (entre ellos artículos y trabajos) que demuestran que el uso de cascarilla de arroz y vidrio molido puede perfeccionar las propiedades mecánicas del hormigón, y los resultados son óptimos. Por razones prácticas para la industria de la construcción, esta investigación será de gran utilidad en futuros proyectos de investigación técnica que requieran el reemplazo de cenizas de cáscaras de arroz y vidrio molido, que mejore la resistencia del concreto en la realización de ladrillos, como avance tecnológico para futuros proyectos, este material y se convierte en una buena alternativa, aportando así al ladrillo de hormigón durabilidad.

Luego se presentó el fundamento social, este estudio tiene como objetivo mejorar las cualidades mecánicas del ladrillo de hormigón reemplazando el mismo con CCA y agregado fino con vidrio molido para proporcionar una mejor resistencia mecánica y extender la vida útil del material mientras se reducen los impactos ambientales irreversibles. influencia que protege la vida humana. Finalmente, como justificación metodológica, este estudio permite su reproducción en futuros estudios que consideren como referentes el uso de escoria de cascarilla de arroz y vidrio molido. Los elementos alternativos son el cemento y agregado fino respectivamente

Ante lo expuesto se tiene como objetivo general: Determinar la resistencia a la compresión  $f'_c:175 \text{ kg/cm}^2$  del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y al agregado fino por vidrio molido reciclado con un porcentaje de 10%, 15% y 20% respectivamente, además se plantea los objetivos específicos siguientes: Identificar las características físicas y mecánicas del vidrio reciclado mediante el ensayo de análisis granulométrico según la NTP 400.012. Identificar las propiedades físicas mecánicas de la cascarilla de arroz mediante el ensayo de espectrometría fluorescencia de rayos X. Identificar el diseño de mezcla

del concreto patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  usando el método ACI-211. Identificar el porcentaje óptimo de sustitución parcial de cemento por ceniza de cascará de arroz y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .

Se propone la hipótesis general.  $H_i$ : La sustitución parcial del cemento por cenizas de cascara de arroz y arena gruesa por vidrio molido aumenta la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .  $H_o$ : La sustitución parcial del cemento por cenizas de cascara de arroz y arena gruesa por vidrio molido disminuye la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

Para llevar a cabo este informe de investigación, es importante respaldarse en pesquisas precedentes realizadas a escala local, nacional e internacional, según se detalla a continuación:

En el ámbito local Sánchez (2019, p. 4) se llevó a cabo estudios sobre la resistencia de dados de hormigón, se reemplazó el 30% de mortero por escoria de cascarilla de arroz (CCA) y la suma de agave salmiana, penca de maguey (PM) al 3% y 8%. Se puede observar que es posible el uso de esta mezcla. La dosis idónea de dados de hormigón es un 30% de reemplazo de CCA y un 3% de adición de PM. La resistencia alcanzada es de  $372,9 \text{ kg/cm}^2$  y de 28 días respecto al hormigón estándar, se alcanzó una dureza de  $353,2 \text{ kg/cm}^2$ , por ende, se demuestra que la resistencia del hormigón aumentó un 5%.

Según consta en el estudio de Codina (2018, p. 7) investigó la dureza a compresión del hormigón  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  reemplazando el 5% y el 10% del agregado fino con fragmentos de vidrio reciclado. Se produjeron 27 tubos de ensayo: 9 tubos de 0% (estándar), 9 tubos de 5% y 9 tubos de ensayo de un 10% de vidrio esmerilado. En el estudio, se evaluaron probetas de hormigón que fueron sometidas a pruebas de curado y compresión a diferentes edades (7, 14 y 28 días). Se encontró que al sustituir en 10% de la arena por vidrio molido, se logró una mayor dureza a los 28 días, alcanzando un valor de  $335,67 \text{ kg/cm}^2$ , esto simboliza un aumento de 159,84% en paridad a la resistencia de diseño.

Por su parte, en el sector nacional, Jaime y Portocarrero (2018, p. 15) estudiaron la importancia de la CCA. Al realizar el diseño se debe considerar que las muestras representan el 8%, 12% y 16% de la masa total de cemento, determinando así las diferencias en las propiedades de las muestras. Con base en los resultados, se determinó la efectividad del empleo de CCA como sustituto del cemento y se recomendó una relación óptima del 8% con una dureza última de 231 kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, de Aliaga (2018, p. 9) evaluó el empleo de CCA como reemplazo del agregado fino en combinación con cemento Portland Tipo I. Se realizaron diferentes mezclas de CCA con arena fina y arena gruesa en diferentes proporciones. Los resultados mostraron que el diseño más eficiente utilizando ceniza de cáscara de arroz fue del 2%, con una resistencia a la compresión de 91,8 kg/cm<sup>2</sup>, una absorción inicial de 3,1 mm/s<sup>1/2</sup>, una absorción secundaria de 1,7 mm/s<sup>1/2</sup> y una densidad de 1,63 gr. cm<sup>3</sup>. Para el mortero de arena gruesa, el diseño óptimo fue del 1%, logrando llegar a 226,8 kg/cm<sup>2</sup>, una absorción inicial de 2,5 mm/s<sup>1/2</sup>, una absorción secundaria de 2,5 mm/s<sup>1/2</sup> y una densidad de 1,96 gr/cm<sup>3</sup>.

Para Disney y Guzmán (2023, p. 1) se evaluó las propiedades de resistencia de bloques de concreto convencionales y con ceniza de caña de azúcar y escombrera. Se utilizó una dosis de reemplazo del 0%, 5%, 10% y 15%, respectivamente. Se realizaron pruebas experimentales en 180 bloques de concreto utilizando moldes y equipos de laboratorio. Los resultados mostraron que agregar un 10% de ceniza y concreto reciclado mejoró la resistencia a la compresión, flexión y tracción. Mostrando que la suma de 10% de ceniza de caña de azúcar y escombrera tiene mejores resultados que la muestra estándar y cumple con la norma E.070 de albañilería.

De tal manera, Alvarez y Orado (2023, p.3) analizaron cómo afecta la sustitución del cemento por CCA en las propiedades del concreto de resistencia característica  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizó agregados de la cantera "La Poderosa" y se realizó la sustitución en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%. Los resultados mostraron que la sustitución de la CCA no afectó el concreto, obteniéndose una resistencia a la compresión similar con un porcentaje de sustitución del 5%.

En un estudio realizado por Arieta y Rengifo (2019, p. 12), se examinó el efecto de diferentes dosis de vidrio esmerilado en la resistencia del concreto. Se probaron 4 mezclas diferentes (1% y 5%) a diferentes edades (3, 7, 14 y 28 días), y se llevaron a cabo pruebas de compresión, pandeo y fisuración. Los resultados mostraron que aumentar la dosis de vidrio esmerilado del 1% al 5% disminuyó la resistencia del concreto, pero también redujo el potencial de agrietamiento.

Por otro lado, a nivel internacional, Lingling, Zhen, y Shipeng, (2020, p. 1) investigó el aprovechamiento de desechos agrícolas para crear CCA altamente reactivas para la creación de elementos sostenibles. Se realizaron diferentes procedimientos, la evaluación de su actividad puzolánica, el desarrollo de la resistencia del mortero, un experimento de ataque de sulfato para evaluar su durabilidad y un análisis ambiental. En el estudio se halló que mejorarían la resistencia y la actividad del cemento. También se evidenció que estas cenizas mejoraron la resistencia a los sulfatos y se comprobó que su uso es sostenible. Como resultado, se concluye que es viable utilizar las CCA ya que es un componente sostenible en materiales cementantes.

Según Wang, et al (2021, p. 13) mencionan que el artículo presenta una revisión de las propiedades y efectos del uso de la cáscara de arroz (RHA) como material cementoso suplementario. El RHA tiene alta actividad puzolánica y puede mejorar diversos desempeños de los materiales a base de cemento. Se analizan sus propiedades fisicoquímicas y sus efectos en la hidratación del cemento, resistencia, penetración de cloruros, resistencia a sulfatos, carbonatación y contracción. El mecanismo de hidratación y el rango óptimo de contenido de RHA se profundizan en el estudio. Se indica que el contenido preferido de RHA es del 10 al 20%. Comprender mejor el mecanismo de acción del RHA puede proporcionar ideas para futuras investigaciones y promover su aplicación ecológica y sostenible en materiales a base de cemento.

En la investigación de Fapohunda, Akinbile y Shittu (2017, p. 675) averiguo las acciones para mitigar el calentamiento global, se está impulsando el uso de materiales alternativos que puedan reemplazar aquellos responsables de dicha emisión, como la CCA. Esta se ha considerado como una opción viable para

sustituir parcialmente el cemento Portland, destacando que se necesita una incineración controlada para obtener una estructura adecuada. Por ende, el uso de la misma aumenta la demanda de agua, que hasta un 10% de reposición del mortero por escoria de cáscara de arroz no afecta la dureza del hormigón y su uso resulta en un hormigón impermeable a agentes de degradación. Sin embargo, aún no se han cubierto completamente las respuestas y propiedades de losas y vigas de hormigón armado con escoria de cáscara de arroz, por lo que se recomienda realizar investigaciones adicionales en este aspecto.

Adicionalmente, Rattanachu (2020, p. 1) investigó el empleo de escoria de cáscara de arroz como material cementante en hormigón con áridos reciclados (RAC). Luego, se utilizó la ceniza en sustitución parcial del mortero en una dosificación del 20% al 50% en peso de aglutinante. Se evaluaron la resistencia a la compresión, el deterioro del acero y la profundidad de penetración del cloruro mediante el método de voltaje impreso de RAC. Los resultados mostraron que reemplazar el 20% del cemento Portland ordinario (OPC) por la CCA mejoró la resistencia a la compresión del RAC a los 60 días. El uso de GRHA entre 20% y un 50% en peso de aglutinante mejoró la resistencia al cloruro y redujo la corrosión del acero en el RAC. La sustitución del 50% del OPC por GRHA resultó en la mayor resistencia a la penetración del cloruro y la menor corrosión del acero en el RAC.

De otro lado, Kaminsky (2020, p. 1) indica que la producción de vidrio radica un sin número de gases de efecto invernadero. Aunque el reciclaje puede ayudar a reducir este impacto, la mayoría del vidrio para envases en Estados Unidos termina en vertederos en lugar de ser reciclado. Esto significa que se está desperdiciando un recurso importante. Un estudio de evaluación realizado por un productor de puzolanas de vidrio esmerilado mostró que cada tonelada de este material tiene un impacto de emisiones de 56 kg de CO<sub>2</sub>e, en comparación con 1040 kg de CO<sub>2</sub>e para una tonelada de cemento Portland. Por lo tanto, utilizar GGP en lugar de cemento en un proyecto, podría reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente un 40%.

Así mismo, Tagnit, et al (2018, p. 6) señala que la puzolana de vidrio esmerilado (G), obtenida a partir del triturado de vidrio de desecho mixto hasta alcanzar la

misma finura que el cemento. Esta puzolana puede actuar como un material cementoso suplementario y ha demostrado buenos resultados en diferentes tipos de concreto, como el concreto convencional, el hormigón de alto rendimiento y el hormigón de ultra alto rendimiento. El uso de la puzolana de vidrio ofrece ventajas tecnológicas, económicas y medioambientales, al reducir el costo de producción del hormigón y disminuir la huella de carbono en las estructuras. Además, mejora la reología del hormigón fresco y proporciona mejoras en la fuerza y rigidez del hormigón endurecido. En resumen, se destaca la utilidad y los beneficios de utilizar la puzolana de vidrio esmerilado en diferentes tipos de concreto.

Igualmente, Hernández y Rojas (2021, p. 12) investigaron la resistencia a la compresión del hormigón con vidrio molido en sustitución particular de la arena. Se realizaron cuatro diseños de mezcla, uno sin reposición de vidrio esmerilado y tres de reposición de vidrio esmerilado. Se prepararon muestras cilíndricas en moldes de 4" de diámetro y 8" de alto, para edades de 7, 14 y 28 días de sanado. Se concluye que al sustituir los agregados finos por vidrio esmerilado en una proporción del 6% obtuvo los mejores resultados, aumentando la resistencia a la compresión en un 6,5% a los 28 días.

Al respecto, Trezza y Rahhal (2018, p. 1) analizaron la posibilidad de utilizar residuos de vidrio molido en la industria del cemento portland como material puzolánico. Se comparó el comportamiento de estos residuos con el de la microsilíce, que es conocida por su actividad puzolánica. Se realizaron pruebas en pastas y morteros con diferentes porcentajes de ambos materiales y se evaluaron su hidratación, puzolanicidad, fluidez y resistencia mecánica. Los resultados mostraron que el vidrio molido tiene una actividad puzolánica más lenta y menos pronunciada que la microsilíce, pero no afecta la fluidez de los morteros y contribuye a la resistencia mecánica de los mismos.

Como menciona Rodríguez (2013, p. 10), el vidrio es un material cuya dureza es visible a simple vista, pero también es un material frágil y quebradizo, pero suele presentarse visiblemente transparente. Este material presenta propiedades isotrópicas y también muestra fenómenos de relajación estructural. Tiene un intervalo de transición característico entre sus estados (que podemos llamar, a

efectos prácticos, estado “sobreenfriado” y estado “vítreo”). Este tipo de materiales se sobre enfrían en condiciones de no equilibrio y, como se mencionó anteriormente, su estructura no exhibe las propiedades de ordenamiento que existen en los sólidos cristalinos, sino que la estructura que exhiben es continua y sin límites intergranulares.

Así mismo, Rojas y López (2021, p. 17) analizaron el uso de residuos industriales como la escoria de horno de arco eléctrico (EAFS) y vidrio esmerilado (RGG) con la finalidad de mejorar la durabilidad del hormigón y de esta manera, desarrollar soluciones novedosas para reducir la contaminación en el ambiente. La investigación siguió varias etapas reemplazando al agregado grueso por (EAFS) en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% y al agregado fino con vidrio esmerilado reciclado (RGG) en porcentajes de 20%, 30% y 40% respectivamente lo cual se recomienda utilizar la mezcla de concreto con adiciones de EAFS en un 75% y RGG en un 40% en la construcción de pavimentos rígidos.

De igual manera, Segura, Sigüenza, Solar y Zamora (2022, p. 1) nos dice que el uso de materiales alternativos en la producción de hormigón está siendo estudiada con el objetivo de disminuir el empleo de producto primario no renovables y a la par estimular el uso de materiales reciclados con criterios sostenibles. Se realizó un estudio utilizando una muestra de 50 testigos de hormigón con diferentes proporciones de vidrio reciclado molido. Los resultados indicaron que el vidrio reciclado puede sustituir con éxito el agregado en mezclas de hormigón en un rango de 25% a 50%. Estos hallazgos demuestran que es posible utilizar el vidrio reciclado como reemplazo de los agregados, lo que contribuye a reducir la cantidad de residuos sólidos y disminuir los costos en la producción de hormigón.

En los estudios de Espinoza, Morales y Vargas (2023, p. 2) se llevaron a cabo pruebas en laboratorio con diferentes mezclas de cemento, observando que la combinación recomendada fue de 90% CCA y 10% cal, activada con 10% de Na<sub>2</sub>O como silicato de sodio y fraguada a 100 °C por 24 horas. Se determinó que el porcentaje de CCA y cal era la variable que más afectaba la resistencia a la compresión. Además, se confirmó que la activación alcalina con silicato de sodio generaba nuevos productos de reacción en la CCA.

Por otro lado, Gonzalez y Yazdani (2022, p. 15) menciono que el uso de componentes de vidrio reciclado en mezclas de concreto es una opción sostenible y novedosa. Estudios previos han recomendado reemplazar el 30% de los agregados por vidrio y el 20% de la puzolana de vidrio molida en las mezclas de concreto. Se ha comprobado que esto aumenta la resistencia a la compresión del hormigón de vidrio. Sin embargo, existe poca información sobre la resistencia a la flexión de este tipo de hormigón y no se han realizado investigaciones sobre su capacidad de flexión a altas temperaturas. Para cerrar esta brecha de conocimiento, se sometieron muestras de hormigón curado y vigas a tratamiento térmico y se probaron su capacidad de compresión y flexión. Se encontró que la puzolana de vidrio mejoraba la manejabilidad de la mezcla, mientras que los agregados de vidrio la reducían. La resistencia a la compresión aumentaba ligeramente, pero la capacidad de flexión se reducía drásticamente después de la exposición al calor. Por lo tanto, este tipo de hormigón reciclado se puede utilizar de manera eficiente en miembros de compresión y en estructuras arquitectónicas no portantes para lograr efectos estéticos y aislantes.

En su investigación Zoran, et al (2021, p. 17) presentan los resultados de pruebas de durabilidad del hormigón utilizando una sustitución parcial del cemento por vidrio CRT fino. Se probaron diferentes porcentajes de sustitución (5%, 10%, 15%, 20% y 35%), se procedió con diversas pruebas para examinar la resistencia del hormigón. Las pruebas mencionan que el cambio de hasta un 15% de cemento por vidrio CRT fino causa impactos positivos en la resistencia del hormigón sin comprometer su durabilidad. Además, las mezclas de hormigón con esta sustitución parcial mostraron la misma resistencia en pruebas de resistencia al hielo-deshielo y resistencia al desgaste que el hormigón de referencia. Por último, el uso de vidrio CRT como componente en la fabricación de hormigón es beneficioso para el medio ambiente.

Según Zou y Yang (2019, p. 35), la cascarilla de arroz es una capa que recubre la semilla y permite la acumulación de nutrientes y protege la semilla de daños físicos y ataques de insectos. La propiedad de las CCA describe todos los tipos de cenizas resultantes de la combustión de RH. La quema RH produce 17%-20% RH. Es un material ligero, de gran volumen y muy poroso con una densidad que ronda los 180-

200 kg/m<sup>3</sup>. Existen dos tipos de RHA, la ceniza de cáscara de arroz blanca (WRHA) y la ceniza de cáscara de arroz negra (BRHA), dependiendo de si la combustión es completa o incompleta.

Para Rodríguez (2013, p. 6) manifiesta que hay materiales que aún no han recibido reconocimiento, pero cuyo desarrollo fue crucial, como el vidrio que hoy juega un papel importante en nuestra sociedad. Mucha gente suele confundir el vidrio con los cristales, porque a primera vista son muy similares, pero sus estructuras internas son completamente diferentes, y cuando hablamos de cristales, hablamos de una sustancia sólida homogénea y con una estructura ordenada. Tres dimensiones del espacio basadas en celdas unitarias que se repiten periódicamente en todo el material. Bueno, el vidrio no tiene estas propiedades, es un material amorfo sin un orden claro en su estructura, pero también podemos decir que tiene un orden de "corto alcance", ya que forma microestructuras que pueden repetirse muchas veces en todo el material.

## II. METODOLOGÍA

Este informe se enfocó en la investigación aplicada, pues concentra su atención en identificar problemas, necesidades u oportunidades donde se establecen procedimientos, se plantea estrategias, se desarrolla y prueba modelos físicos y se estimuló su valor práctico (Hernández y Mendoza, 2018, p. 34).

Esta investigación se desarrolló de tipo aplicada pues se buscó posibles alternativas y soluciones en base a un tema predeterminado teniendo en consideración las normativas.

Se ha constatado que al estudio le es propicio un diseño experimental de grado experimental, corte transversal y de alcance explicativo. Un enfoque experimental es una investigación con una orientación científica, donde un grupo de variables de mantienen permanentes y otro grupo se cuantifica como sujeto del experimento, lo cual permite controlar variables para explorar todas sus consecuencias sobre otras variables mientras se observan cuidadosamente el alcance del estudio. (Ramos, 2021, p. 6).

A través de esta investigación se quiso obtener una mejor resistencia de los ladrillos de mortero  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  al reemplazar las CCA por el cemento y el vidrio molido por arena gruesa respectivamente, en el cual se elaboraron 4 grupos de trabajo, es decir, un grupo control y tres grupos experimentales, en los cuales se realizaron el ensayo de resistencia a la compresión.

**Figura 1** : Diseño de investigación

<b>GC</b>	<b>X0</b>	<b>MC</b>
<b>G1</b>	<b>X1</b>	<b>M1</b>
<b>G2</b>	<b>X2</b>	<b>M2</b>
<b>G3</b>	<b>X3</b>	<b>M3</b>

Dónde:

- **GC:** Grupo Control
- **X0:** Agregados convencionales
- **MC:** Muestra Control
- **G1, G2 y G3:** Grupos experimentales
- **X1, X2 y X3:** Agregados con reemplazo en %
- **M1, M2 y M3:** Muestras experimentales

Como primera variable independiente tenemos a la CCA, que según Rodríguez y Tibabuzo (2019, p. 25) puede contener más del 90% de sílice, reacciona con el hidróxido de calcio y se convierte en silicato de calcio hidratado, lo que mejora las cualidades mecánicas del hormigón. Para esto, se sustituyeron diversos porcentajes de CCA en base de los indicativos, quienes dependieron de la cantidad del cemento, constituyendo la aleación absoluta, con el fin de la producción de los ladrillos de concreto. Dentro de las dimensiones a trabajar se tomó énfasis en la composición química y el análisis granulométrico de las CCA, teniendo como indicador el porcentaje de impureza, peso específico y tamizaje de la CCA, de la misma manera, se empleó la razón para esta variable.

La segunda variable independiente es el vidrio molido, que en base a (Rojas, 2021, p. 2) nos hace mención que tiene características que lo clasifican como un material ecológico pues es un material 100% reciclable, es decir, puede ser reutilizado y reciclado incontable veces sin degenerar su calidad. Además, éste manifiesta el 7% de los residuos de basura, es un material de mucho aprovechamiento. El vidrio molido fue incluido en la dosificación de la creación de los ladrillos, reemplazando los porcentajes establecidos a la arena gruesa, el cual será previamente estudiado mediante un análisis granulométrico, delimitando la curva granulométrica teniendo en cuenta las normas ASTM Y NTP. La dimensión a usar será el análisis granulométrico del vidrio molido, los indicadores serán el tamizaje del vidrio molido y se empleó la razón.

Y por último tenemos la resistencia a la compresión, que según la (NTP 339.034, 2015, p.3) es un método de aplicación de una fuerza que actúa en el eje longitudinal con cualidades escalonadas a los testigos de hormigón durante un momento hasta su falla. De las cuales, se llevó a cabo una prueba de resistencia a la compresión en los ladrillos de concreto para evaluar diferentes fuerzas aplicadas a su área transversal. Estas pruebas se realizaron en diferentes etapas de curado y se siguieron las normas E-070 y NTP. Se utilizaron ladrillos de concreto diseñados de acuerdo con el reglamento ACI y se registraron los resultados en fichas de laboratorio y

hojas de Excel, las dimensiones a utilizar serán el ensayo de resistencia a la compresión, el diseño de mezcla y las edades de curado. Unos de los indicadores fueron la dosificación del concreto según el diseño establecido por el ACI. Esto implica determinar la cantidad exacta de cemento, agua y agregados necesarios para fabricar los ladrillos de concreto. Después, se evaluaron los días de curado de los ladrillos, haciendo valer los procesos suscritos en la norma E.070. Se realizaron pruebas en el laboratorio después de 7, 14 y 28 días de envejecimiento. Por último, se midió la resistencia a la rotura de los ladrillos de concreto, con un objetivo de alcanzar una fuerza mínima de 175 kg/cm<sup>2</sup>, del cual se usó la razón como escala de medición.

Por otro lado, Hernández y Mendoza (2018, p. 199) mencionan que la población es el conjunto general que une componentes que poseen una procedencia, atributo o cualidad similar y que se tendrán como objeto de estudio.

Como criterios de inclusión se tuvo en consideración todos ladrillos que este tengan el peso nominal y ningún daño mecánico visible y como exclusión a todos los ladrillos que no cuenten con grietas y/o fisuras, segregación y desprendimiento del mismo.

La población de este trabajo de investigación estuvo constituida por la totalidad de ladrillos de 23 \*12 \*10 cm que serán parte de los ensayos de compresión, agregando diversas cantidades de CCA y vidrio molido, con la muestra original, que será reemplazada por muestras al sustituir un 10%, 15% y 20% del cemento por CCA y al agregado fino por vidrio molido reciclado, como se presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 1: Población**

POBLACIÓN	RESISTENCIA		TOTAL
	DÍAS	N° DE LADRILLO	
M. Patrón F'c=175kg/cm2	7	5	15
	14	5	
	28	5	
M. P-10% (CCA-VM)	7	5	15
	14	5	
	28	5	
M. P-15% (CCA-VM)	7	5	15
	14	5	
	28	5	
M. P-20% (CCA-VM)	7	5	15
	14	5	
	28	5	
<b>TOTAL</b>			<b>60</b>

Según Hernández y Mendoza (2018, p. 233) la muestra estaba constituida por una parte de la población, la cual es la más representativa y que esta posee las cualidades más sobresalientes de la misma. En esta investigación, la muestra fue conformada por ladrillos de 23 \*12 \*10 cm, los que fueron parte de 48 ensayos a la Compresión según la NTP 399.613 para lo cual se han realizado con la muestra patrón y con muestras de un 10%, 15% y 20% del cemento por cenizas de cascarilla de arroz y al agregado fino por vidrio molido reciclado para 7, 14 y 28 días.

En base a la norma técnica peruana (NTP 339.613) se concluyó que nuestra muestra será de 48 ladrillos, de los cuales 12 fueron elaborados

con la muestra patrón y 36 con diferentes dosificaciones, todas estas muestras tendrán una edad de 7, 14 y 28 días respectivamente. Por ende, en el reglamento ACI 318-19, (2019, p. 549) nos dice la cantidad mínima de testigos a ensayar son dos y que estos deben tener 15 cm \* 30 cm o tres prototipos de 10 cm \* 20 cm, los cuales se pondrán a curar en diferentes edades respectivamente.

Obtenido la magnitud de la muestra a estudiar, se dividió con la muestra original, las tres muestras con agregados y las edades de curado de las mismas, consiguiendo como resultado el siguiente cuadro:

**Tabla 2: Muestra**

MUESTRA	RESISTENCIA		TOTAL
	DÍAS	N° DE LADRILLOS	
<b>M. Patrón</b> <b>F'c=175kg/cm2</b>	7	4	12
	14	4	
	28	4	
<b>M. P-10%</b> <b>(CCA-VM)</b>	7	4	12
	14	4	
	28	4	
<b>M. P-15%</b> <b>(CCA-VM)</b>	7	4	12
	14	4	
	28	4	
<b>M. P-20%</b> <b>(CCA-VM)</b>	7	4	12
	14	4	
	28	4	
<b>TOTAL</b>			<b>48</b>

Para poder concluir la cantidad de muestras, se hizo uso de la NTP 339.613 y el ACI 318-19.

El presente informe está basado en el método probabilístico, ya que para Hernández y Mendoza (2018, p. 689) su elección no se basa en criterios subjetivos y es aleatoria. En este caso, la selección se basa de acuerdo a las precisiones de la indagación y se basa en la normativa E.070 y ASTM C62. Para determinar la muestra se usó la fórmula de la media poblacional, que menciona en el Anexo 8.

El objetivo de las técnicas e instrumentos de la recolección de datos fueron inspeccionar las particularidades del ladrillo con agregados de CCA y vidrio molidos en diferentes dosificaciones comparado con la muestra original, de este modo poder determinar cuál es la dosificación correcta para su elaboración y su posible distribución, destacando los instrumentos que se utilizaron como balanza, guantes, gafas, espátulas, moldes, tamices y horno.

Para la elaboración de estas muestras con su diferente dosificación y edad de curado, se siguieron los siguientes pasos:

- Se realizó la recolección de la cáscara de arroz en la localidad más cercana para luego ser trasladada y colocada para convertirla en cenizas con el cual se realizó el diseño de mezcla en sus porcentajes correspondientes al 10%,15% y 20%.
- Se realizó la recolección del vidrio reciclado para ser transportado y triturado en laboratorio el cual fue el reemplazo del agregado fino en el diseño de mezcla en sus porcentajes correspondientes al 10%, 15% y 20%.
- Se recaudó los agregados en la cantera más cercana.
- Se delimitó los pesos tanto para el agregado fino y grueso basándonos en las normas ASTM Y NTP.
- Se llevó a cabo la separación por tamizado del material pétreo de gran tamaño, lo que permitió establecer su tamaño máximo conforme a la

normativa ASTM, además de inferir el contenido de humedad presente en el material.

- Se procedió al tamizado del agregado fino (arena gruesa) para obtener el módulo de finura de este material, así como también el porcentaje de humedad.
- Se definió el peso específico de los dos materiales, tomando todas las recomendaciones de los encargados del laboratorio.
- Se efectuó el diseño de mezcla teniendo como punto de partida la normativa ACI y la resistencia requerida para la preparación de los ladrillos de concreto.
- Se determinó la proporción correspondiente de CCA que reemplazo al cemento en base a los lineamientos propuestos.
- Se determinó la cantidad respectiva de vidrio molido que reemplazo a la arena gruesa en base a los lineamientos propuestos.
- Se realizó las mezclas en el laboratorio para la elaboración de ladrillo de concreto considerando los pesos establecidos por cada diseño proyectado en función a los porcentajes del cemento y agregado fino (arena gruesa).
- Se procedió a realizar el ensayo de cono de Abrams para cada diseño de mezcla respectivamente, corroborando su fácil manipulación en base a las normas NTP.
- Se prepararon los 48 testigos de ladrillo de concreto separándolos en los grupos con los patrones definidos con sustitución parcial de arena gruesa y cemento, por vidrio molido y cenizas de cascará de arroz respectivamente, en porcentajes de 10%, 15% y 20%.

En la investigación se hizo uso de un método de análisis de datos comparativo realizando interpretaciones de los productos obtenidos en los ensayos de laboratorio, uso del método de análisis estadístico a través de gráficos de barras, tablas, fichas y hojas técnicas reglamentadas por las normas ASTM, ACI Y RNE la cual estrada debidamente explicado y justificado con los resultados que muestran las similitudes y diferencias en las combinaciones del diseño de mezcla.

Se utilizó el programa estadístico SPSS para procesar y analizar los datos y de esta manera calcular la media de pruebas que tengan características similares en términos de resistencia a la compresión. Esto permitió obtener información representativa y adecuada para realizar el Análisis de Varianza (ANOVA - Prueba de Tukey), evaluando las variables necesarias para verificar la hipótesis de manera correcta.

En el ámbito de los aspectos éticos, la investigación se basó en el conocimiento de las regulaciones éticas nacionales e internacionales aplicables a los ensayos. Estas regulaciones establecen la importancia de cumplir con las normativas del estado peruano y seguir los rigurosos procesos establecidos en el Manual de ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Además, se tomó en consideración el código de ética de la Universidad César Vallejo, que hace referencia a la Resolución del Consejo Universitario N°0262-2020 y al oficio N°0275-2020-VI- UCV, que destacan ciertos aspectos relevantes, como los siguientes:

- Honestidad intelectual: En la realización del informe nos basamos en antecedentes que puedan afirmar o contradecir nuestras posiciones.
- Cuidado con el medio ambiente: En este estudio, se destacó la importancia de proteger el medio ambiente mediante la reutilización de materiales.
- Respeto de la propiedad intelectual: Asimismo, se tuvo cuidado en violentar la propiedad intelectual de diferentes autores.

### III. RESULTADOS

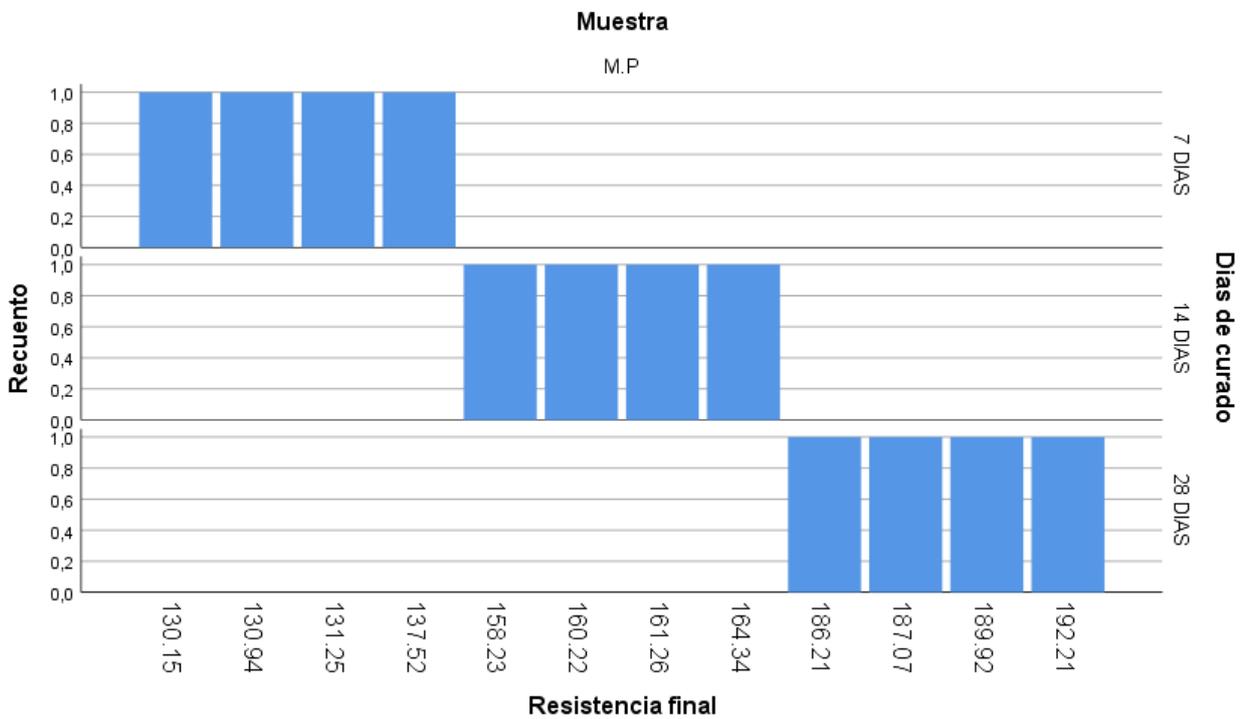
Las muestras a examinar están basadas en la Tabla 2 anteriormente mencionada, las cuales constan de cuadro muestras con diferente porcentaje de agregados, con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión  $f_c$ :175 kg/cm<sup>2</sup> del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por CCA y al agregado fino por vidrio molido reciclado con un porcentaje de 10%, 15% y 20% respectivamente, los cuales se adjunta en el siguiente cuadro:

**Tabla 3: Muestra estudiadas**

		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
Tipo de muestra		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia Final	M.Patron	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
	M.P(10%)	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
	M.P(15%)	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
	M.P(20%)	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Teniendo noción de cuantas muestras se llevaron a cabo, procederemos a evaluar la resistencia a la compresión de la muestra patrón, considerando los días de curado (7, 14 y 28 días), para su evaluación y comparación con las demás edades se hizo uso del programa SPSS, como se muestra en el siguiente gráfico:

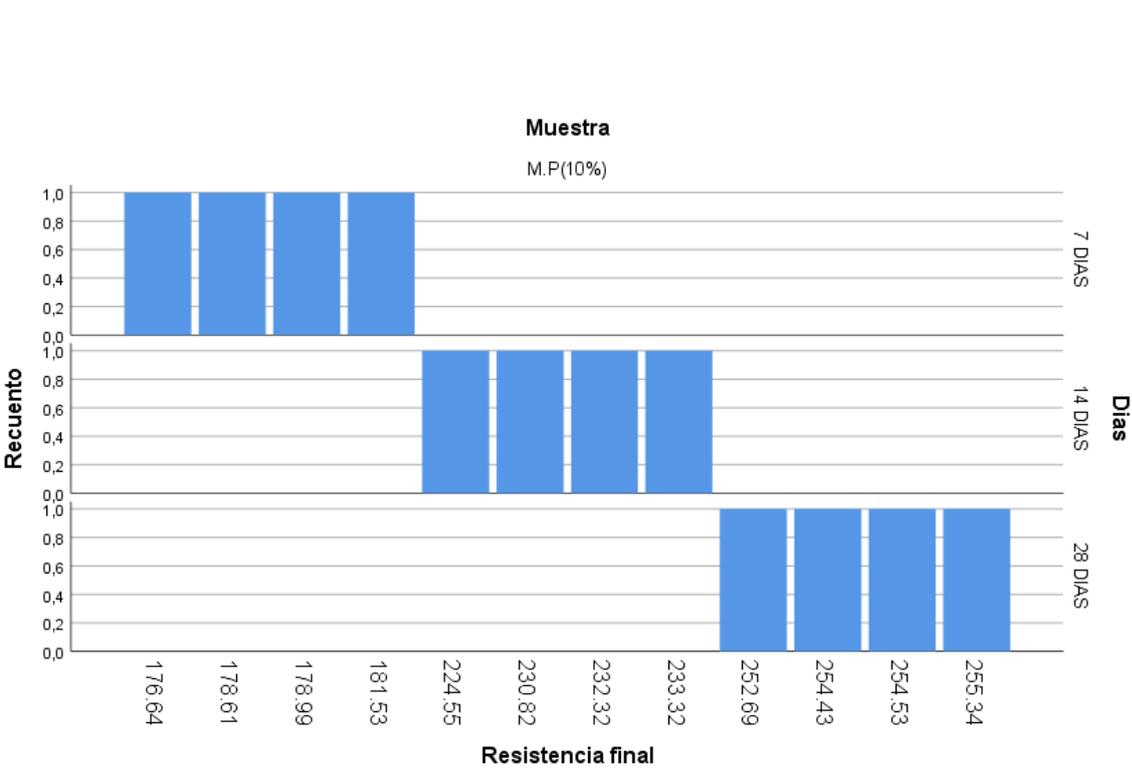
**Figura 2 : Resistencia a la compresión de muestra patrón**



**INTERPRETACION:** Como se puede observar en el grafico a la edad de 7 días posteriores al curado, se obtuvo una resistencia entre 130.15 a 137.52 en los 4 ladrillos examinados, de la misma manera para los 14 días, con un intervalo de 158.23 a 164.34 y para culminar se examinó el espécimen a los 28 días y se obtuvo que su resistencia se encontraba entre 186.21 a 192.21 kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación, se llevará a cabo la evaluación de la resistencia a la compresión de la muestra patrón con un 10% de reemplazo de cemento por CCA y por vidrio molido, tomando en cuenta el tiempo de curado (7, 14 y 28 días). Posteriormente, se empleará el programa SPSS para comparar los resultados obtenidos con las diferentes edades y representarlos gráficamente, tal como se observa en la siguiente representación visual:

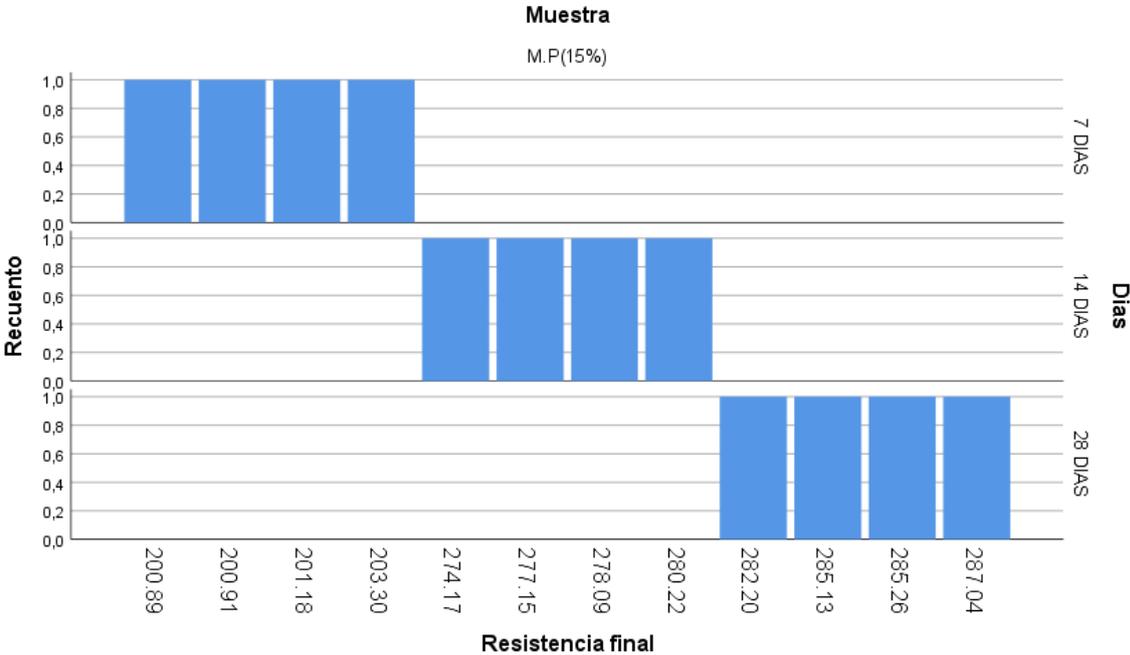
**Figura 3** : Resistencia a la compresión de muestra patrón (10% CCA-VM)



**INTERPRETACION:** El análisis muestra que, luego de una semana de curado, los 4 ladrillos examinados presentaban una resistencia que oscilaba entre 176.64 y 181.53 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, este valor aumentó, encontrándose en un rango de 224.55 a 233.32 kg/cm<sup>2</sup>, y finalmente, a los 28 días, la resistencia se situaba entre 252.69 y 255.34 kg/cm<sup>2</sup>

De la misma manera, se procedió a evaluar la resistencia a la compresión de la muestra patrón, la cual ha sido modificada con un reemplazo del 15% de cemento por CCA y por vidrio molido. Se considerará el tiempo de curado de 7, 14 y 28 días para realizar un análisis exhaustivo de los resultados, los cuales son presentados en el siguiente gráfico:

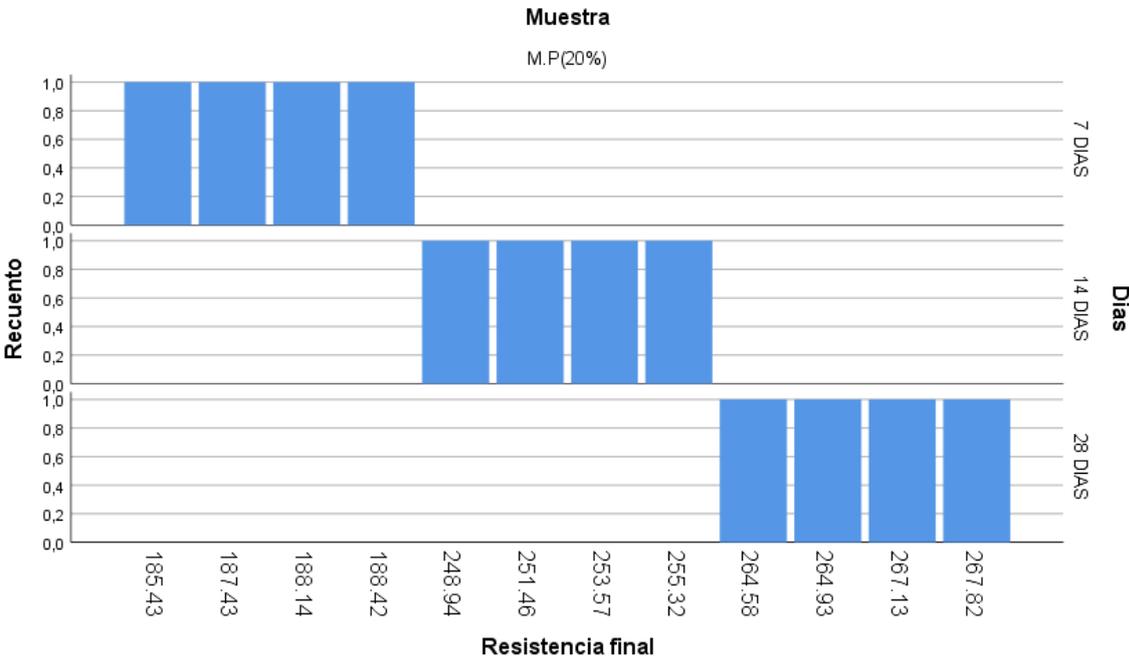
**Figura 4** : Resistencia a la compresión de muestra patrón (15% CCA-VM)



**INTERPRETACIÓN:** Tal y como se puede apreciar en el diagrama, se pudo constatar que a los 7 días después del proceso de curado, los ladrillos examinados mostraron una resistencia oscilando entre 200.89 y 203.30. De igual forma, a los 14 días la resistencia fue de 274.17 a 280.22, mientras que, al completarse el ciclo de curado a los 28 días, la resistencia obtenida se ubicó entre 282.20 a 287.04 kg/cm<sup>2</sup>, destacando así la mejora progresiva a medida que avanza la edad de curado. Es evidente que el proceso de curado resulta fundamental para obtener ladrillos con una mayor resistencia y durabilidad en su uso posterior.

Asimismo, se llevó a cabo la evaluación para los ladrillos con una sustitución de 20% de cemento por CCA y vidrio molido. Se tomará en cuenta el periodo de curado de 7, 14 y 28 días para poder realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos, los cuales se muestran en el gráfico adjunto:

**Figura 5** : Resistencia a la compresión de muestra patrón (20% CCA-VM)



**INTERPRETACIÓN:** Según se observa en el gráfico, se confirmó que a los 7 días después del proceso de curado, los ladrillos analizados presentaban una resistencia que variaba entre 185.43 y 188.42 kg/cm<sup>2</sup>. Al transcurrir 14 días, la resistencia se situaba entre 248.94 y 255.32 kg/cm<sup>2</sup>, y al finalizar el ciclo de curado a los 28 días, la resistencia oscilaba entre 264.58 y 267.82 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados resaltan la importancia del proceso de curado en la mejora progresiva de la resistencia de los ladrillos con el tiempo. Es crucial llevar a cabo un adecuado procedimiento de curado para garantizar que los ladrillos tengan una mayor resistencia y durabilidad en su posterior uso.

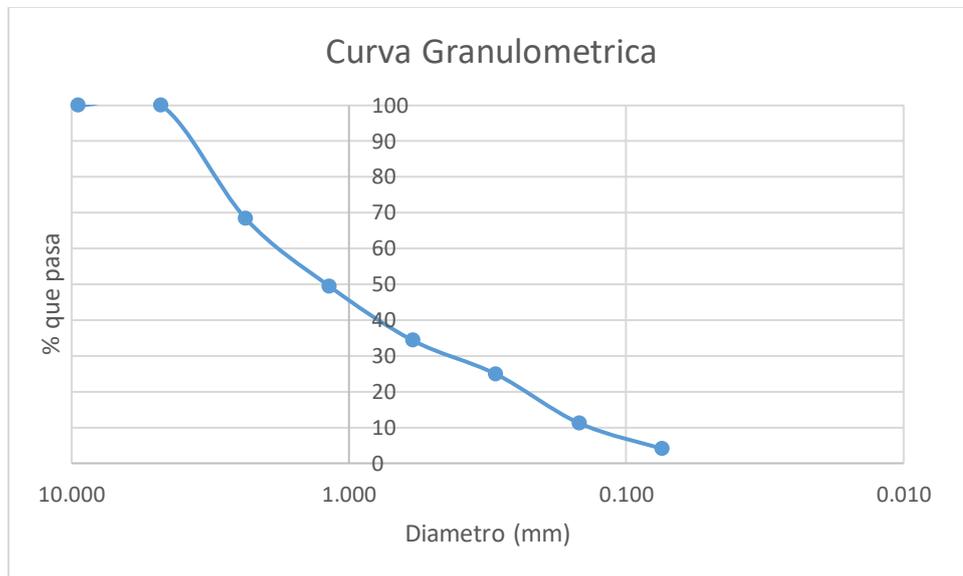
Para lograr el objetivo de identificar las características físicas y mecánicas del vidrio reciclado mediante el ensayo de análisis granulométrico según la NTP 400.012, se procedió con el ensayo de análisis granulométrico del mismo, teniendo la información ordenada en los siguientes cuadros:

**Tabla 4:** Análisis Granulométrico del vidrio molido

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422						
Peso inicial (gr)		1696.7				
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que pasa	Limites permisibles
3/8''	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 08	2.360	535.47	31.56	31.56	68.44	
N° 16	1.180	320.69	18.90	50.46	49.54	
N° 30	0.590	257.41	15.17	65.63	34.37	
N° 50	0.295	160.54	9.46	75.09	24.91	
N° 100	0.148	232.28	13.69	88.78	11.22	
N° 200	0.074	121.54	7.16	95.94	4.06	
Cazoleta		68.80	4.05	100.00	0.00	
		1696.7	100.00		----- -----	

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo 3

**Figura 6 : Curva granulométrica**



**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo 3

**INTERPRETACIÓN:** Como se puede apreciar en el cuadro y a su vez en el gráfico de la curva granulométrica, nos menciona que más del 31% del vidrio examinado se retuvo en la malla N° 8, teniendo un diámetro mayor a 2.360 mm, el cual tendrá mayor influencia en el diseño del concreto

Para establecer las propiedades físico químicas de la cascarilla de arroz, se hizo uso de las del ensayo de espectrometría fluorescencia de rayos X, el cual nos arroja los siguientes resultados:

**Tabla 5:** Composición química de la cascarilla de arroz

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MEÉTODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	69.77	
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	5.41	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	9.33	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.19	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	1.83	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	0.72	ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.53	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.24	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.04	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.276	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.087	
PERDIDA POR QUEMADO	8.57	

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo 3

**Tabla 6:** Temperatura de calcinación de cascarilla de arroz

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN	850.00+- 3.5
DENSIDAD (g/cm3)	1.82
TAMAÑO PROMEDIO DE PARTICULAS (um)	31.67
HUMEDAD (%)	1.69

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo 3

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro anteriormente mencionado, se puede hacer visible la gran cantidad de contenido de Dióxido de Silicio, que nos dio un resultado de 70% del total de la muestra, el cual es un actúa como un aditivo con la principal función de mejorar la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto. Además, es importante destacar que la temperatura de quema controlada del Dióxido de Silicio es un factor crucial para garantizar su correcta integración en el concreto. Esta temperatura puede influir en las características del elemento final, por lo que es necesario tener en cuenta este aspecto durante el proceso de fabricación.

En cumplimiento del objetivo de identificar el diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> usando el método ACI-211, para ello es necesarios tener en cuenta las características de los materiales como se menciona a continuación:

**Tabla 7:** Especificaciones de los materiales

<b>ESPECIFICACIONES</b>		
<b>1. MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.1. Cemento Mochica EXTRA FORTE</b>		
Peso especifico	2.970	gr/cm <sup>3</sup>
<b>1.2. Agregado fino</b>		
Peso especifico	2.690	gr/cm <sup>3</sup>
Absorcion	3.400	%
Contenido de humedad	0.440	%
Modulo de fineza	2.490	
Peso unitario suelto	1564.000	Kg/m <sup>3</sup>
<b>1.3. Agregado grueso</b>		
Tamaño maximo nominal	1/2"	pulgada
Peso seco varillado	1648.000	Kg/m <sup>3</sup>
Peso especifico	2.810	gr/cm <sup>3</sup>
Absorcion	1.830	%
Contenido de humedad	0.300	%
Peso unitario suelto	1474.000	Kg/m <sup>3</sup>
<b>1.4. Agua</b>		
Agua potable de la zona		

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo 3

Otro punto primordial para poder llegar al diseño de mezcla del concreto es seguir una secuencia lógica para su elaboración, teniendo en cuenta las características de la tabla 7, con toda esta información se procedió a diseñar el siguiente cuadro:

**Tabla 8:** Secuencia del diseño de mezcla

<b>SECUENCIA DE DISEÑO</b>		
<b>2. DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>2.1. Selección de resistencia (f cr)</b>	245	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>2.2. Selección del tamaño nominal</b>	1/2"	pulgadas
<b>2.3. Selección del asentamiento</b>	3"-4"	
<b>2.4. Volumen unitario de agua</b>	215	Lt/m <sup>3</sup>
<b>2.5. Contenido de agua</b>	2	%
<b>2.6. Relacion Agua-Cemento</b>	0.62	
<b>2.7. Factor Cemento</b>	8.16	Bls/m <sup>3</sup>
<b>2.8. Contenido de agregado grueso</b>	0.58	m <sup>3</sup>
<b>2.9. Calculos de volúmenes absolutos</b>		
Cemento	0.117	m <sup>3</sup>
Agua	0.215	m <sup>3</sup>
Aire atrapado	0.02	m <sup>3</sup>
Agregado grueso	0.34	m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	0.692	m <sup>3</sup>
<b>2.10. Contenido de agregado fino</b>		
Volumen absoluto	0.308	m <sup>3</sup>
Peso	828.747	m <sup>3</sup>
<b>2.11. Valores de diseño</b>		
Cemento	346.77	Kg/m <sup>3</sup>

Agua de diseño	215	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado de sieño seco	828.75	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	955.84	Kg/m <sup>3</sup>
<b>2.12. Correccion de humedad de los agregados</b>		
Agregado fino	832.39	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	958.71	Kg/m <sup>3</sup>
<b>2.12.1. Humedad superficial</b>		
Agregado fino	-2.96	%
Agregado grueso	-1.53	%
<b>2.12.2. Aporte de humedad de los agregados</b>		
Agregado fino	-24.53	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	-14.62	Lt/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>-39.16</b>	<b>Lt/m<sup>3</sup></b>
Agua efectiva	254.16	Lt/m <sup>3</sup>
<b>2.12.3. Pesos de materiales corregidos</b>		
Cemento	346.77	Kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	254.16	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino humedo	832.39	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso humedo	958.71	Kg/m <sup>4</sup>
<b>2.13. Proporción en peso humedo</b>	<b>1:2.4:2:76 / 0.62</b>	
<b>2.14. Peso por tanda de un saco</b>		
Cemento	42.5	Kg/saco
Agua efectiva	28.48	Lt/saco
Agregado fino humedo	102.02	Kg/saco
Agregado grueso humedo	117.5	Kg/saco
<b>2.15. Peso por pie cubico</b>		

Agregado fino humedo	18.79	Kg/pie3
Agregado grueso humedo	22.97	Kg/pie3

#### **2.16. Dosificacion en volumen**

Cemento	1	pie3
Agregado fino humedo	2.3	pie3
Agregado grueso humedo	2.81	pie3
Agua de mezcla	31.15	Lt/bolsa

---

**SE RECOMIENDA USAR: 1:2.3:2.8 / 31.00 Lt/bi**

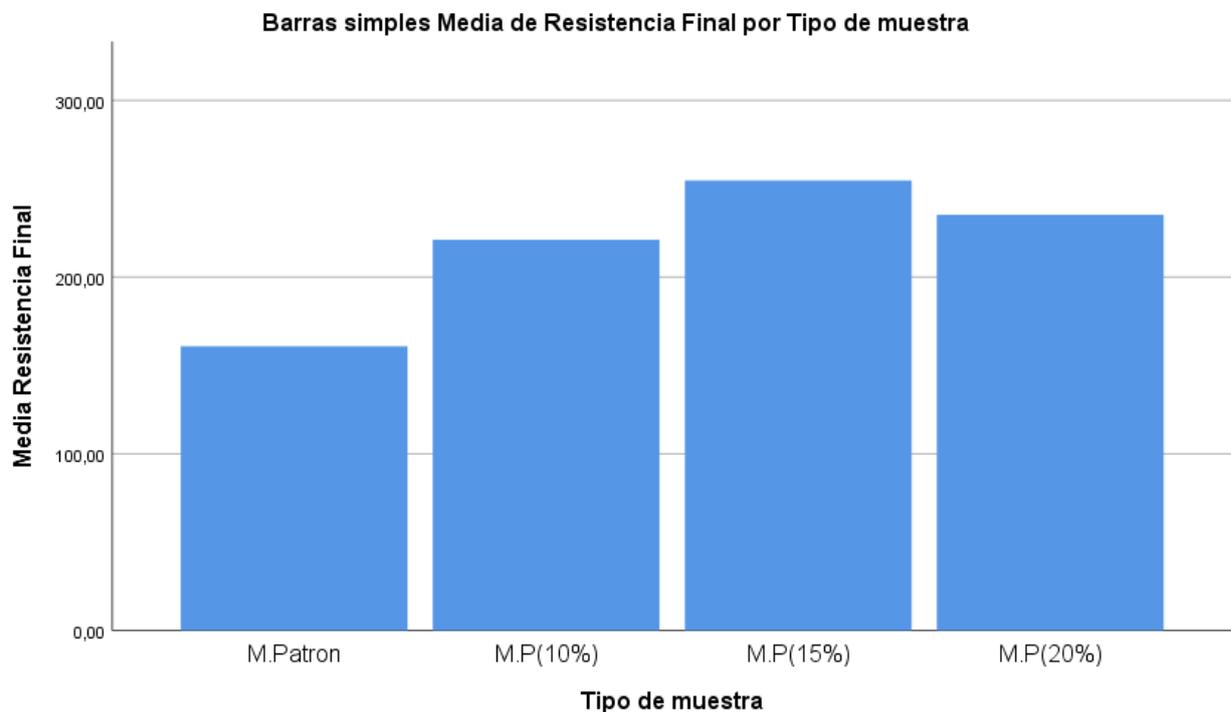
---

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo 3

**INTERPRETACIÓN:** Una vez obtenida la secuencia o proceso para el diseño de mezcla con las características de los materiales a utilizar, se hizo la respectiva formulación y ordenamiento de datos de los cuales nos arroja que el diseño de mezcla que se usará en estas muestras será de 1: 2.3: 2.8 y 31 litros de agua por bolsa.

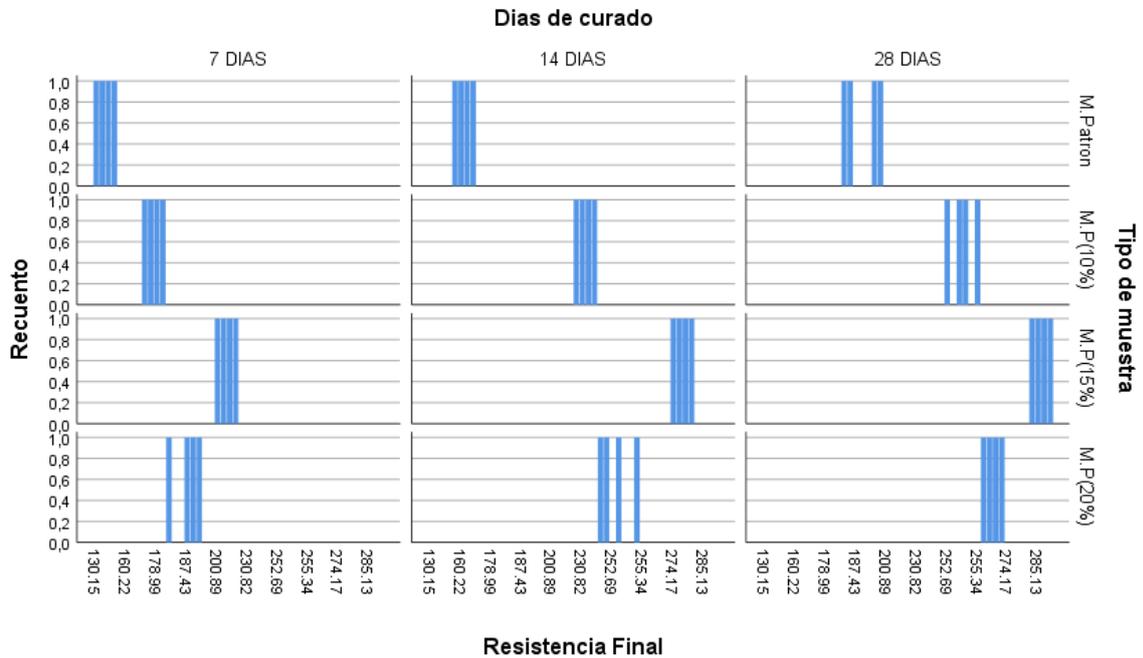
Con el objetivo de identificar el porcentaje óptimo de sustitución parcial de cemento por ceniza de cascará de arroz y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , fue necesario ordenar los resultados de los gráficos 2, 3, 4 y 5 en uno solo para determinar cuál de las dosificaciones es la más beneficiosa, dándonos el siguiente gráfico:

**Figura 7 : Resistencia promedio de las muestras**



**INTERPRETACION:** Según el gráfico presentado anteriormente, vemos una mejora en la resistencia con la muestra patrón con un 15% de sustitución de los agregados, siendo esta mejor que la muestra Patrón, M.P 10% y M.P 20%, concluyendo que la dosificación óptima para la elaboración de estos ladrillos es la M. Patrón con 15% de sustitución.

**Figura 8** : Resistencia de las muestras a las diferentes edades de curado



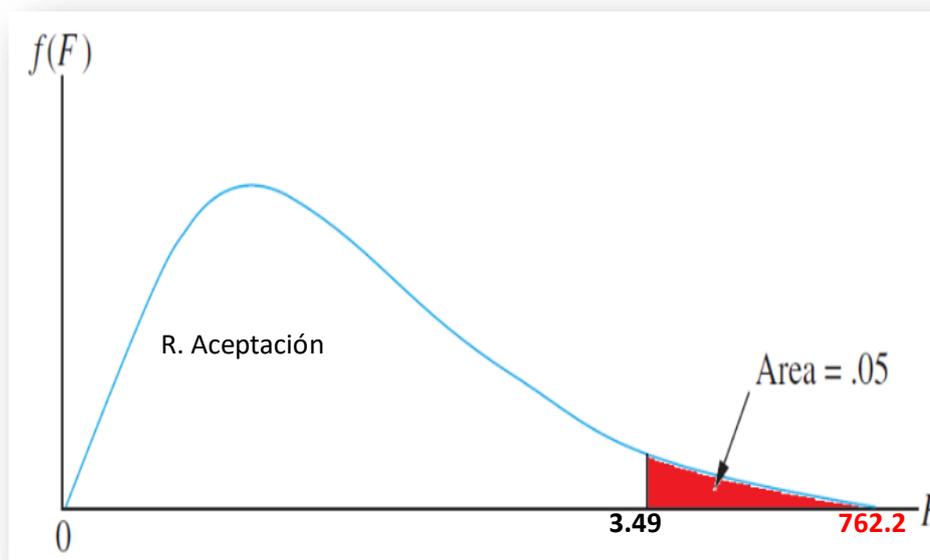
**INTERPRETACIÓN:** De acuerdo con la información proporcionada en el gráfico previo, se observa un incremento significativo en la resistencia cuando se utiliza una muestra patrón con un 15% de sustitución de los agregados y para tener una noción más amplia de estos resultados se presentaron las demás dosificaciones para poder contrastar la resistencia que cada una alcanza en cada edad de curado. Estos resultados conducen a la conclusión de que la dosificación más adecuada para la fabricación de estos ladrillos es la M. Patrón con una sustitución del 15%. En resumen, el gráfico demuestra que esta combinación específica de materiales resulta en una resistencia superior en los ladrillos producidos.

## CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS:

**Tabla 9:** ANOVA de las muestras a 7 días de curado

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10733.41	3	3577.803	762.2041	5.9234E-14	3.490294
Dentro de los grupos	56.32827	12	4.694022			82
Total	10789.73	15				

**Figura 9:** Campana de Gauss para muestras con 7 días de curado



**INTERPRETACIÓN:** El valor F obtenido para la muestra fue de 762.204152, superando el valor crítico de 3.49029482. Con un nivel de significancia de  $p=0.05$  y una probabilidad de 0.000000000000059234, se concluye que la sustitución de CCA y vidrio molido mejora la resistencia a la compresión después de 7 días de curado, ya que se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 10:** ANOVA de las muestras a 7 días de curado

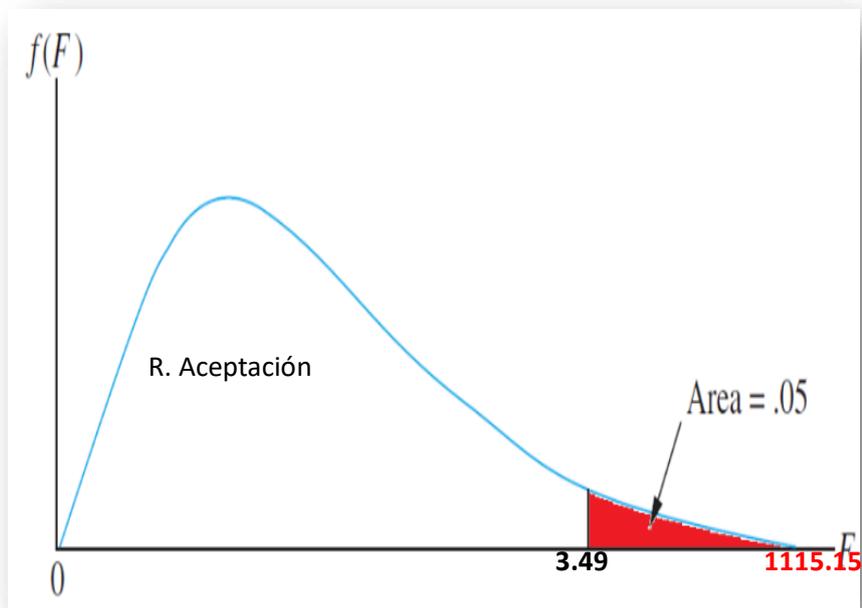
Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
M.P-M.P(10%)	46.48	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(15%)	69.11	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(20%)	54.89	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(15%)	22.63	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(20%)	8.41	SIGNIFICATIVA
M.P(15%)-M.P(20%)	14.22	SIGNIFICATIVA

**INTERPRETACIÓN:** Todos los resultados obtenidos a través del método Tukey muestran significancia en comparación con la muestra patrón, lo que respalda el rechazo de la hipótesis nula.

**Tabla 11:** ANOVA de las muestras a 14 días de curado

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	30019.4259	3	10006.4753	1115.14815	6.1041E-15	3.49029482
Dentro de los grupos	107.6787	12	8.973225			
Total	30127.1046	15				

**Figura 10:** Campana de Gauss para muestras con 14 días de curado



**INTERPRETACIÓN:** El valor F obtenido para la muestra fue de 1115.14815, superando el valor crítico de 3.49029482. Con un nivel de significancia de  $p=0.05$  y una probabilidad de 0.0000000000000061041, se concluye que la sustitución de CCA y vidrio molido mejora la resistencia a la compresión después de 14 días de curado, ya que se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 12:** ANOVA de las muestras a 14 días de curado

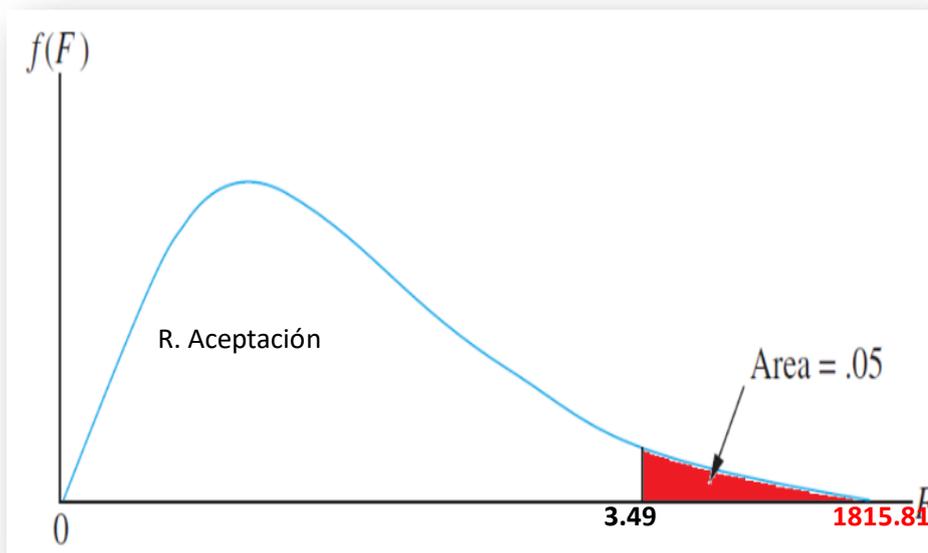
Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
M.P-M.P(10%)	69.24	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(15%)	116.40	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(20%)	91.31	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(15%)	47.16	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(20%)	22.07	SIGNIFICATIVA
M.P(15%)-M.P(20%)	25.09	SIGNIFICATIVA

**INTERPRETACIÓN:** Todos los resultados obtenidos a través del método Tukey muestran significancia en comparación con la muestra patrón, lo que respalda el rechazo de la hipótesis nula.

**Tabla 13:** ANOVA de las muestras a 28 días de curado

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	20906.5942	3	6968.86472	1815.81238	3.304E-16	3.49029482
Dentro de los grupos	46.054525	12	3.83787708			
Total	20952.6487	15				

**Figura 11:** Campana de Gauss para muestras con 28 días de curado



**INTERPRETACIÓN:** El valor F obtenido para la muestra fue de 1815.81238, superando el valor crítico de 3.49029482. Con un nivel de significancia de  $p=0.05$  y una probabilidad de 0.00000000000000003304, se concluye que la sustitución de CCA y vidrio molido mejora la resistencia a la compresión después de 28 días de curado, ya que se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 14:** ANOVA de las muestras a 28 días de curado

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
M.P-M.P(10%)	65.40	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(15%)	96.06	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(20%)	77.26	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(15%)	30.66	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(20%)	11.87	SIGNIFICATIVA
M.P(15%)-M.P(20%)	18.79	SIGNIFICATIVA

**INTERPRETACIÓN:** Todos los resultados obtenidos a través del método Tukey muestran significancia en comparación con la muestra patrón, lo que respalda el rechazo de la hipótesis nula.

#### IV. DISCUSIÓN

Para la elaboración de los ladrillos se tomó en consideración la granulometría del vidrio molido, que será el reemplazo del agregado fino. En concordancia a los resultados plasmados en el cuadro y el gráfico de la curva granulométrica, se destaca que una proporción significativa del vidrio evaluado quedó atrapada en la malla N° 8, con diámetros superiores a 2.360 mm, lo que resultará de relevancia en la formulación del concreto. Esta retención de partículas de mayor tamaño tendrá un impacto directo en la resistencia y durabilidad del material, por lo que será necesario realizar ajustes en la mezcla para obtener un producto final de alta calidad y desempeño.

Dando validez a nuestros resultados, según Codina (2018, p. 17) se tomará como agregado fino al material que pasa la malla de 3/8". Es importante que la granulometría del agregado fino sea uniforme para evitar posibles rechazos, por lo que debe contener una proporción adecuada de material que pase por la malla N° 50 para garantizar la trabajabilidad de la mezcla. Además, el agregado fino debe estar limpio, con partículas angulares, compactas y libres de polvo, terrones, partículas blandas y otras sustancias perjudiciales.

En síntesis, la granulometría del vidrio molido utilizado como reemplazo del agregado fino en la elaboración de ladrillos es un factor crucial que debe ser cuidadosamente analizado y ajustado en la mezcla. Es fundamental seguir las normas y estándares establecidos para obtener resultados satisfactorios en la elaboración de ladrillos con vidrio molido como componente.

Con respecto a la composición química, se observa claramente que la muestra contiene un alto porcentaje de Dióxido de Silicio, llegando hasta un 70% del total. Este aditivo es primordial en el mejoramiento de resistencia y trabajabilidad del concreto. Es esencial tener en cuenta que la temperatura de quema controlada del Dióxido de Silicio es un factor determinante para su correcta integración en el concreto, y en este caso se llevó a cabo a 850 °C.

De acuerdo con Zou y Yang (2019, p. 35), se señala que la estructura amorfa de la sílice permanece inalterada al someterse a temperaturas de incineración inferiores

a los 800 °C, sin embargo, su contenido se incrementa, lo que resulta beneficioso para la obtención de gel de sílice y la elaboración de materiales a base de silicio

Esta temperatura fue un rol importante, por lo que se debe prestar especial atención a este aspecto durante el proceso de fabricación para asegurar la calidad del concreto. Además, es importante señalar que la presencia de un alto contenido de Dióxido de Silicio en la muestra podría tener beneficios adicionales en términos de la estabilidad y resistencia del concreto una vez terminado.

En definitiva, el dióxido de silicio juega un papel fundamental en la mejora de las propiedades del concreto. La temperatura de quema controlada de este aditivo es un factor crucial para su integración correcta en el material. Asimismo, la presencia de un alto contenido de Dióxido de Silicio puede brindar beneficios adicionales en términos de estabilidad y resistencia al concreto final. Por lo tanto, es primordial prestar especial atención a este aspecto durante el proceso de fabricación para asegurar la calidad del producto terminado.

De la misma manera, para determinar la secuencia y el procedimiento para la elaboración de la mezcla con las propiedades específicas de los materiales seleccionados, se procedió a realizar la formulación correspondiente y la organización de los datos pertinentes. Como resultado de este proceso, se pudo establecer que el diseño de mezcla que se utilizará en estas muestras consistirá en una proporción de 1, 2.3 y 2.8, con un total de 31 litros de agua por cada bolsa de mezcla.

Según Jaime y Portocarrero (2018) nos menciona que el diseño de mezcla que se usó para la elaboración de sus muestras de concreto de 175kg/cm<sup>2</sup> es de 1: 2.57: 2.62 y se usó 72 litros de agua en la elaboración de las 56 probetas ensayadas

Esto nos demuestra que la dosificación no es muy distante a la que tenemos previsto, ya que esta puede cambiar por la utilización de los materiales y sus respectivas características.

Este estudio detallado nos proporciona la certeza de que la mezcla resultante cumplirá con las especificaciones requeridas para obtener un producto final de

calidad y resistencia óptimas. Asimismo, nos brinda la confianza necesaria para llevar a cabo el proceso de manera eficiente y efectiva, asegurando resultados satisfactorios en la construcción de las muestras.

Dicho brevemente, la determinación de la dosificación para la producción de muestras de concreto es un proceso crucial. A través de un estudio detallado y la organización de los datos pertinentes, se puede establecer con certeza que la mezcla resultante cumplirá con las especificaciones requeridas. La variación en la dosificación, como se observó en el estudio de Jaime y Portocarrero, puede influir en el resultado final, pero con una correcta selección de materiales se puede obtener un producto de calidad. En resumen, la planificación y el diseño cuidadoso de la mezcla son fundamentales para asegurar resultados satisfactorios en la construcción de muestras de concreto.

Por otro lado, según los resultados obtenidos en el gráfico 8, se observa que la resistencia aumenta significativamente al utilizar una muestra patrón con un 15% de sustitución de los agregados. Se presentan otras dosificaciones para comparar la resistencia alcanzada en cada edad de curado. Estos resultados sugieren que la dosificación más adecuada es la M. Patrón con un 15% de sustitución.

Para contrastar los resultados obtenidos, se comparó esta información con los siguientes artículos científicos:

En el caso de Sánchez (2019), se analizó la resistencia de dados de hormigón al reemplazar el 30% de mortero con CCA y agregar un porcentaje de penca de maguey. Los resultados mostraron que la mezcla era viable, alcanzando una resistencia de 372,9 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Se determinó que la dosis ideal era un 30% de reemplazo de CCA y un 3% de adición de PM, lo que resultó en el incremento del 5% en la resistencia del hormigón en contraste del estándar.

Así mismo, Codina (2018), se analizó el impacto de reemplazar el 5% y el 10% del agregado fino en el hormigón con fragmentos de vidrio reciclado con una resistencia a compresión de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Se realizaron pruebas en 27 tubos de ensayo, divididos en grupos de 0%, 5% y 10% de vidrio reciclado. El estudio incluyó pruebas de curado y compresión a diferentes edades, siendo que al reemplazar el 10% del

agregado fino por vidrio molido nos dio una mayor resistencia a los 28 días, con 335,67 kg/cm<sup>2</sup>, representando un aumento del 159,84% en comparación con la resistencia de diseño.

Además, Jaime y Portocarrero (2018, p. 15) llevaron a cabo un estudio sobre la importancia de utilizar escoria de cascarilla de arroz (CCA) en la industria. Al momento de formular la mezcla, es esencial tener en cuenta que las muestras representan el 8%, 12% y 16% de la masa total de cemento, lo que permitirá observar las variaciones en las propiedades de las muestras. A partir de los resultados obtenidos, se pudo determinar la eficacia de la CCA como reemplazo del cemento, recomendando una proporción óptima del 8% que resultó en una dureza final de 231 kg/cm<sup>2</sup>, lo que evidencia su potencial como elemento en el sector construcción.

En conclusión, los resultados obtenidos en el estudio sugieren que la dosificación más adecuada para aumentar la resistencia del hormigón es utilizar una muestra patrón con un 15% de sustitución de los agregados. Este hallazgo se ve respaldado por la comparación con otros estudios que muestran aumentos significativos en la resistencia al utilizar sustitutos como escoria de cascarilla de arroz y vidrio reciclado en diferentes proporciones. Estos resultados apuntan hacia la importancia de investigar y considerar diferentes opciones de materiales alternativos para el beneficio del medio ambiente.

## V. CONCLUSIONES

En conclusión, con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y los artículos científicos indexados en el presente informe, se concluyó que:

- La resistencia del ladrillo con un remplazo de 10% de los agregados en la muestra patrón es de 252.69 y 255.34 kg/cm<sup>2</sup>, para el de 15% es de 282.20 a 287.04 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el de 20% es de 264.58 y 267.82 kg/cm<sup>2</sup>.
- En consecuencia, como se puede observar en la curva granulométrica, nos constata que más del 31% del vidrio examinado se retuvo en la malla N° 8, teniendo un diámetro mayor a 2.360 mm, el cual tendrá mayor influencia en el diseño del concreto y cumpliendo acorde a los requerimientos de un agregado fino.
- En el análisis de fluorescencia de rayos X se observó que el Si O<sub>2</sub> representaba el 70% de la muestra, siendo este un aditivo que mejora la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto. Es esencial controlar la temperatura de quema para asegurar su correcta integración en el concreto, ya que esta puede influir en las propiedades físicas y químicas del material final. Por tanto, es importante considerar este factor durante el proceso de fabricación.
- Después de identificar la secuencia para el diseño de mezcla y conocer las características de los materiales a utilizar, se procedió a formular y organizar los datos necesarios. Los resultados indican que la mezcla a utilizar en las muestras será de 1:2.3:2.8 y con 31 litros de agua por bolsa.
- Se observó que hay un aumento significativo en la resistencia cuando se utiliza una muestra patrón con un 15% de sustitución de los agregados. Estos hallazgos sugieren que la dosificación más adecuada para la producción de ladrillos es la M. Patrón con un 15% de sustitución.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Según los estudios realizados y los textos bibliográficos citados, se procede a con las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones:

- Aumento del tamaño del agregado y su influencia en la resistencia del concreto
- Se recomienda tener en cuenta las diferentes temperaturas de calcinación de la CCA y si esta afecta en su composición química.
- Investigar la cantidad de agua que necesita la ceniza de cascara de arroz frente al cemento convencional
- Evaluar la resistencia del concreto en un intervalo de tiempo más largo y si esto afecta positiva o negativamente.

## REFERENCIAS

1. ALIAGA, Agustín, 2018. Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento portland tipo I, Trujillo 2017 [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada del Norte [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/nHaStU>
2. ALVAREZ, Cesar y ORADO, Ali ,2023. Influencia de la Sustitución Porcentual del Cemento por Ceniza de Cáscara de Arroz en Propiedades Físico–Mecánicas del Concreto -2023. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 6246-6261. [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023]. Disponible en : <https://goo.su/srNUj>
3. ARIETA, Jean y RENGIFO, César, 2019. Hormigón reforzado con vidrio molido y su relación con la resistencia a la compresión para controlar grietas y fisuras por contracción plástica. [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Ricardo Palma [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/s1Nw>
4. CODINA, Rita, 2018. Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad San Pedro [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/c3bD5O>
5. DISNEY, Roman y GUZMÁN, Mendoza, 2023. Bloques de concreto con adición de ceniza de caña de azúcar y concreto reciclado en Lambayeque, Perú. Revista Pakamuros, vol 11, n 4, [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023]. Disponible en : <https://goo.su/CwUX6>
6. ESPINOZA, Pérez, MORALES, Silva y VARGAS, Rizo, 2023. Transformando desechos agroindustriales en productos útiles: cemento a

base de ceniza de cascarilla de arroz. Nexo Revista Científica, 36(05), 19–25. [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023]. Disponible en : <https://doi.org/10.5377/nexo.v36i05.17275>

7. FAPOHUNDA, Christopher, AKINBILE, Bolatito y SHITTU, Ahmed. 2017. Structure and properties of mortar and concrete with rice husk ash as partial replacement of ordinary Portland cement—A review. International Journal of Sustainable Built Environment [en línea]. Nigeria: vol. 6, no 2, p. 675-692. [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/U6NltA>
8. GARECA, Mireya et al, 2020. Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. Rev. Cien. Tec. In. vol.18, n.21. , [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023]. ISSN 2225-8787. Disponible en : <https://goo.su/UmxN9oM>
9. GONZALEZ, Enrique y YAZDANI, Nur, 2022. Flexural Capacity of Fire-Affected Concrete Members with Recycled Glass Aggregate and Glass Pozzolan. Fire [en línea]. Estados Unidos: vol. 5, no 6, p. 207 [consulta: 24 de octubre]. EISSN 2571-6255. Disponible en: <https://goo.su/n0VAhr6>
10. HERNÁNDEZ, Ezequiel y ROJAS, Juan Pablo, 2021 Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/oghTss>
11. HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian, 2018. Metodología de la investigación [en línea]. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V [consulta: 22 de octubre]. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Disponible en: <https://goo.su/FBsUo7>

12. JAIME, Miguel y PORTOCARRERO, Luis, 2018. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018 [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada del Norte [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/hasen>
13. KAMINSKY, Amanda, et al, 2020. Ground-glass pozzolan for use in concrete. Concr. Int [en línea]. Rusia: vol. 42, no 11, p. 24-32. [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/NJm8d>
14. LINGLING, Hu, ZHEN, He y SHIPENG, Zhang, 2020. Sustainable use of rice husk ash in cement-based materials: Environmental evaluation and performance improvement. Elsevier [en línea]. China: [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/z5tB7Ud>
15. MUÑOZ, Sócrates, DELGADO José y FACUNDO, Luis, 2021. Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales. Cultura Científica y Tecnológica. Perú: Vol. 18, no. 1 Págs. 1-9 [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023]. Disponible en : <https://goo.su/29qBPb>
16. NAVEDA, Ricardo, et al, 2019. Remoción de lignina en el pretratamiento de cascarilla de arroz por explosión con vapor. Rev. Soc. Quím. Perú, vol.85, n.3 [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023] ISSN 1810-634X. Disponible en: <https://goo.su/p00A>
17. RAMOS, Carlos. 2021. Diseños de investigación experimental. Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. [en línea] [Consulta: 15 de octubre 2023]. ISSN.1390-9592 Disponible en: <https://goo.su/8nieW>

18. RATTANACHU, Pokpong, et al, 2020. Performance of recycled aggregate concrete with rice husk ash as cement binder. Cement and Concrete Composites [en línea]. Tailandia: vol. 108, p. 103533 [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/fQi3F>
19. ROBINSON, Dannette, TORRES, Derling, y VÍLCHEZ, Henry, 2022. Uso sostenible de la cascarilla de arroz para productos de valor añadido. Revista Ciencia y Tecnología El Higo [en línea]. Perú: vol. 12(1), 2–27 [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/elhigo.v12i1.14516>
20. RODRIGUEZ, Angy y TIBABUZO, María, 2019. Evaluación de la ceniza de la cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Santo Tomás [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/cRPJ1>
21. RODRÍGUEZ, David Alejandro, 2013. Fabricación y caracterización de vidrios del sistema  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  [en línea]. Tesis (Título en Maestro en Ciencias de Materiales). México: CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/Llfp>
22. ROJAS, André. 2021. Vidrio molido como tecnología sostenible en el concreto hidráulico. Tecnología en Marcha. Vol. 34, especial. Movilidad Estudiantil. [en línea]. Instituto tecnológico de Costa Rica. . [Consulta: 20 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/pemHfb9>
23. ROJAS, Yasmin y LOPÉZ, Enrique. 2021. Compressive strength of concrete made with electric arc furnace slag and recycled ground glass as replacement of coarse and fine aggregate. Revista Ingeniería de

Construcción. 2021, 36(3), 342–360. ISSN 0716-2952. Disponible en: <https://goo.su/HggvQ>

24. SÁNCHEZ, Joan, 2019. Resistencia a compresión en mortero con ceniza de cáscara de arroz y fibra de maguey [en línea]. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad San Pedro [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/Z0222C>

25. SEGURA, Luis, SIGÜENZA, Roberth, SOLAR, Miguel, ZAMORA, Jesús. 2022. Effect of the use of recycled glass on concrete design. Universidad y Sociedad, 14 (1), pp. 179-192. Disponible en: <https://goo.su/M3tIHi1>

26. TAGNIT, Arezki, et al, 2018. Ground glass Pozzolan in conventional, high, and ultra-high performance concrete. MATEC Web of Conferences [en línea]. Canada: p. 01005 [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/ZgL4oR>

27. TREZZA, Mónica y RAHHAL, Viviana, 2018. Comportamiento del residuo de vidrio molido en cementos mezcla: Estudio comparativo con microsilice. Matéria [en línea]. Brasil: 23, e-11975 [consulta: 22 de octubre]. ISSN 1517-7076. Disponible en: <https://goo.su/iiY5>

28. WANG Jialei, et al., 2021. Action mechanism of rice husk ash and the effect on main performances of cement-based materials: A review. Construction and Building Materials [en línea]. China: vol. 288, p. 123068. [consulta: 23 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/XL7jdOA>

29. ZORAN, Dušan, et al, 2021. Durability properties of concrete supplemented with recycled crt glass as cementitious material. Materials [en línea]. Serbia: vol. 14, no 16, p. 4421 [consulta: 24 de octubre]. EISSN 1996-1944. Disponible en: <https://goo.su/WyKFGi>
30. ZOU, Yanping y YANG Tiankui, 2019. Chapter 9 - Rice Husk, Rice Husk Ash and Their Applications [en línea]. China: Wilmar Global Research and Development Center [consulta: 22 de octubre]. Disponible en: <https://goo.su/SzgmAB>

# **ANEXOS**

**Anexo 1:** Tabla de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIOS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN PERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Cenizas de cáscara de arroz</p>	<p>La CCA puede contener más del 90% de sílice. Por lo tanto, tiene un alto porcentaje de sílice el cual reacciona con el hidróxido de calcio para convertirse en silicato de calcio hidratado, mejorando así las propiedades mecánicas del hormigón. (Rodriguez y Tibabuzo, 2019, p. 25).</p>	<p>Se sustituirán diversos porcentajes de cenizas de cascarilla de arroz de acuerdo a los indicadores, los cuales estarán en función de la cantidad del cemento, constituyendo la mezcla total según el diseño de mezcla reglamentado por el ACI, con el fin de la elaboración de los ladrillos de concreto.</p>	Composición química	Peso específico	Razón
				% de impureza	Razón
			Granulometría	Tamizaje	Razón

<p>Vidrio molido</p>	<p>El vidrio es un producto inorgánico de fusión enfriado hasta un estado rígido, pero sin sufrir cristalización. Como material reciclado ha sido ampliamente estudiado en la construcción y con distintas aplicaciones. American Society for Testing Materials (ASTM) (2018).</p>	<p>El vidrio molido será incluido en la dosificación para la elaboración de los ladrillos de concreto, sustituyendo en porcentajes establecidos a la arena gruesa, el cual será previamente estudiado mediante un análisis granulométrico, delimitando la curva granulométrica teniendo en cuenta las normas ASTM Y NTP.</p>	<p>Granulometría</p>	<p>Tamizaje</p>	<p>Razón</p>
----------------------	--	--	----------------------	-----------------	--------------

<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto <math>f'_c</math>: 175 kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Es un método de aplicación de una fuerza axial vertical con propiedades compresivas a los testigos de hormigón o extraídas en ensayos con diamante durante un período de tiempo hasta su falla. (NTP 339.034, 2015, p.3).</p>	<p>Se realizará la correspondiente prueba de resistencia a la compresión en los testigos de hormigón, aplicando distintas fuerzas axiales sobre el área transversal de los ladrillos de concreto, en diferentes edades de curado para lo cual se hará empleo de la norma E-070, al igual que las normas NTP, estos ladrillos de concreto tendrán los diseños conforme al reglamento ACI lo cual será inscrito en fichas de laboratorio y hojas Excel.</p>	<p>Ensayo de resistencia a la compresión</p>	<p>Esfuerzo a la rotura</p>	<p>Razón</p>
			<p>Diseño de mezcla</p>	<p>Dosificación del concreto</p>	<p>Razón</p>
			<p>Tiempo de curado</p>	<p>Curado de ladrillos 7, 14 y 28 días</p>	<p>Razón</p>

Anexo 2: Matriz de consistencia

TÍTULO: Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , con cenizas de cáscara de arroz y vidrio molido, Chimbote, 2023							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES			METODOLOGIA	
<p><b><u>Problema General</u></b></p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto <math>f'c:175 \text{ kg/cm}^2</math> al sustituir ceniza de cáscara de arroz por cemento y el vidrio molido reciclado por el agregado fino?</p> <p><b><u>Problemas Específicos</u></b></p>	<p><b><u>Objetivo General</u></b></p> <p>Determinar la resistencia a la compresión <math>f'c:175 \text{ kg/cm}^2</math> del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y al agregado fino por vidrio molido reciclado con un porcentaje de 10%, 15% y 20% respectivamente</p> <p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p>	<p><b><u>Hipótesis Alternativa</u></b></p> <p>La sustitución parcial del cemento por cenizas de cascara de arroz y arena gruesa por vidrio molido aumenta la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto <math>f'c=175 \text{ kg/cm}^2</math></p>	<b><u>Variable de estudio</u></b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<p><b><u>Tipo de Estudio</u></b></p> <p>Aplicada</p> <p><b><u>Diseño de Investigación</u></b></p> <p>Experimental</p> <p><b><u>Método de Investigación</u></b></p> <p>Cuantitativo</p>	
			<b><u>Variable Independiente</u></b>	Composición química	Peso Especifico		<b><u>Diseño de Investigación</u></b>
			Cenizas de cáscara de arroz		% de impureza		
			<b><u>Variable Independiente</u></b>	Granulometría	Tamizaje		
				Granulometría	Tamizaje		

<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto <math>f'_c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y la arena gruesa por vidrio molido en un porcentaje del 10%? ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto <math>f'_c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> al</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las características físicas y mecánicas del vidrio reciclado mediante el ensayo de análisis granulométrico según la NTP 400.012.</li> <li>Identificar las propiedades físicas mecánicas de la cascarilla de arroz mediante el ensayo de espectrometría</li> </ul>	<p><b><u>Hipótesis Nula:</u></b></p> <p>La sustitución parcial del cemento por cenizas de cascara de arroz y arena gruesa por vidrio molido disminuye la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto <math>f'_c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p>	Vidrio molido			<p><b><u>Población</u></b></p> <p>60 muestras de ladrillo de concreto con resistencia a la compresión <math>f'_c:175</math> kg/cm<sup>2</sup>, que serán evaluadas a los 7, 14 y 28 días con variante de 0%, 10%, 15% y 20%.</p> <p><b><u>Muestra</u></b></p> <p>Análisis de 48 ladrillos de concreto en total, los cuales serán sometidos a la prueba de resistencia a la</p>
			<b><u>Variable Dependiente</u></b>	Ensayo de resistencia a la compresión	Esfuerzo a la rotura	
			Resistencia a la compresión	Diseño de mezcla	Dosificación del concreto	

<p>sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y la arena gruesa por vidrio molido en un porcentaje del 15¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto f'c=175 kg/cm2 al sustituir el cemento por cenizas de cáscara de arroz y la arena gruesa por vidrio molido en un porcentaje del 20%?</p>	<p>fluorescencia de rayos X-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar el diseño de mezcla del concreto patrón f'c=175kg/cm2 usando el método ACI-211</li> <li>Identificar el porcentaje óptimo de sustitución parcial de cemento por ceniza de cascará de arroz y arena gruesa por</li> </ul>			<p>Tiempo de curado</p>	<p>Curado de ladrillos 7, 14 y 28 días</p>	<p>compresión f'c: 175 kg/cm2 que serán evaluadas a los 7,14 y 28 días con variantes de 0%, 10%, 15% y 20%.</p> <p><b><u>Muestreo</u></b></p> <p>Está basado en el método no probabilístico, ya que para Vázquez (2017, p. 3) su elección se basa en criterios subjetivos y no es aleatoria. En este caso, la selección se realiza de acuerdo a las</p>
--	---	--	--	-------------------------	--	---

	vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .			necesidades de la investigación y se rige por las normas E.060 y ASTM C39.
--	---	--	--	--

### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Ensayos de análisis térmico diferencial, fluorescencia a rayos X, incineración de material, tamaño de partícula y humedad



TRUJILLO, 18 DE ABRIL DEL 2024

Señor:

**JACOB OLAYA GUERRERO**

Presente.-

**Estimado Señor**

Por medio de la presente, es grato dirigirnos a usted enviándoles mis más cordiales saludos y a su vez presentar nuestra empresa **LABORATORIO FISICO QUIMICO AMBIENTAL PERU S.A.C.**

Los servicios que ofrece **FQA PERU S.A.C** son los siguientes:

- ✓ **ANÁLISIS DE AGUA:** para consumo humano, agropecuario, industrial, servidas, residuales, subterráneas.
- ✓ **ANÁLISIS DE ALIMENTOS:** productos lácteos, cárnicos, cereales, especias y condimentos, grasas y aceites comestibles, hortalizas y verduras, alimentos balanceados, colorantes y aditivos alimenticios, bebidas no alcohólicas, alcohólicas y espirituosas.
- ✓ **ANÁLISIS DE MINERALES:** minerales metálicos y no metálicos, rocas, caliza, arcilla.
- ✓ **Análisis de suelos y rocas no metálicas:** potasio, cloruro, salinidad, pH, cal útil, nitrógeno, sulfatos, carbonato de calcio, fósforo, carbonatos, conductividad, humedad, sales solubles.
- ✓ **ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES:** aguas y sedimentos, agua por extracción con solventes, densidad, temperatura de destilación al 10%, 50%, 90%, punto de fluidez, punto de inflamación, índice del diésel, cifra cetánica.
- ✓ **ANÁLISIS DE ACEITES.**
- ✓ **ANÁLISIS PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA Y FARMACÉUTICA.**
- ✓ **ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL:** mediante estudios de toxicidad, caracterización de residuos peligrosos, estudios de contaminación de suelos, lodos de aplicación directa en agricultura.

Contamos con personal altamente calificado para la realización de los análisis, según sus requerimientos y necesidades.

Sin otro particular, quedo a sus órdenes.

Atentamente:

Ing. Carlos A. Valqui Mendoza  
GERENTE GENERAL DE FQA PERU - LABORATORIO



---

CALLE TORRE TAGLE 123 – OF. 302 SAN ANDRES – CELULAR: 944077288 - 949959632  
RUC: 20605355189

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

## BOLETA DE SERVICIO

MONTO: S/. 750.00

He recibido del Sr. JACOB OLAYA GUERRERO, con DNI: 76089733

La cantidad de: **SETECIENTOS CINCUENTA NUEVOS SOLES Y 0/0 CÉNTIMOS**

Por concepto de:

MATERIALES				
ITEM	MATERIA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)
1	ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (ADT)	01	300.00	300.00
2	ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)	01	300.00	300.00
3	INCINERACIÓN DE MATERIAL	01	100.00	100.00
4	TAMAÑO DE PARTICULA	01	30.00	30.00
5	HUMEDAD	01	20.00	20.00
SUB - TOTAL				750.00
IGV				-
TOTAL A PAGAR				750.00



Mike Pinco  
ANALISTA QUÍMICO

LABORATORIO | LABORATORIO FQA  
PERÚ

+51944077288

mikecabanillas93@hotmail.com

Albert Einstein 434, Urb. Daniel Hoyle

**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

TRUJILLO, 18 DE ABRIL DEL 2024

A quien pueda interesar:

Reciba un cordial y respetuoso saludo. A través de estas líneas deseo hacer de su conocimiento que el Sr. JACOB OLAYA GUERRERO, con DNI: 76089733, realizó los análisis de FLUORESCENCIA DE RAYOS X y ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL, en nuestra institución, el LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C. con RUC: 20605355189.

Cabe resaltar, que dichos análisis tuvieron como fecha de inicio el día 11 de Abril del presente año y culminaron el día 18 de Abril del mismo; y que este formato emitido en la presente fecha, es a petición de la persona que realizó los análisis.

Sin más nada a que referirme y, esperando que esta misiva sea tomada en cuenta, dejo mi número de contacto para cualquier información de interés.

Atentamente,

  
  
CARLOS A. LEZQUI MENDOZA  
Ingeniero Químico  
GERENTE GENERAL  
R. CIR. 122588

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL  
ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL**

<b>SOLICITANTE</b>	JACOB OLAYA GUERRERO
<b>DNI</b>	76089733
<b>MUESTRA</b>	CÁSCARA DE ARROZ
<b>FECHA</b>	11 DE ABRIL DEL 2024
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

**1. MUESTRA: CÁSCARA DE ARROZ**

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	10.20 Kg	-

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP: MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

*Wilson Pirado Libia*

ING. WILSON PIRADO LIBIA  
CIP: 162371



**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



4. RESULTADOS

e. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 160 y 280°C y la segunda menos intensa entre 440 y 630°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 85.49% de masa (de 10.20 kg hasta 1.48 kg), respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

ING. WILSON TIRADO LIBIA  
CIP: 162371



TRUJILLO, 18 DE ABRIL DEL 2024

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

<b>SOLICITANTE</b>	JACOB OLAYA GUERRERO
<b>DNI</b>	76089733
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
<b>FECHA</b>	11 DE ABRIL DEL 2024

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES**

**CONDICIONES DE LA MEDICION:**

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 150.0 g de la muestra de CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

INC. WILSON TIRADO LIBIA  
CIP: 162371



**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



**4. RESULTADOS**

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	69.77	Espectrometria de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	5.41	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	9.33	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	3.19	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	1.83	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	0.72	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	0.53	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.24	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	0.04	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.276	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.087	
PÉRDIDA POR QUEMADO	8.57	

**5. DATOS ADICIONALES**

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	850.00 ± 3,5
DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	1.82
TAMAÑO PROMEDIO DE PARTÍCULAS (um)	31.67
HUMEDAD (%)	1.69

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

- \*Temperatura de calcinación: Determinación por ensayo al horno.
- \*Densidad: Método del picnómetro
- \*Tamaño de partícula: Determinación de tamaño de partícula por tamizado
- \*Humedad: Balanza de Humedad

**6. CONCLUSIÓN**

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Silice (Si), Aluminio (Al) y Calcio (Ca) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Hierro (Fe), Potasio (K), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y azufre (S).



ING. WILSON TIRADO LIBIA  
CIP: 162371

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



# ICCSA INGENIEROS SAC

**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**

## DISEÑO DE MEZCLA $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO  $f'_c=175 \text{ KG/CM}^2$   
CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO , CHIMBOTE, 2023**

SOLICITA : Olaya Guerrero, Jacob Josue

FECHA : 15 DE ABRIL DEL 2024

**I. ESPECIFICACIONES:**

1.1. La Resistencia de Diseño a los 28 días es de  $175 \text{ Kg/cm}^2$ , se desconoce el valor de la desviación estándar.

1.2. **Materiales:**

1.2.1. **Cemento Mochica EXTRA FORTE**

Peso Especifico	2.97	$\text{gr/cm}^3$
-----------------	------	------------------

1.2.2. **Agregado Fino**

**Arena Gruesa - Cantera Chero - Chimbote.**

Peso Especifico	2.69	$\text{gr/cm}^3$
Absorción	3.40	%
Contenido de Humedad	0.44	%
Módulo de Fineza	2.49	
Peso Unitario Suelto	1564	$\text{Kg/m}^3$

1.2.3. **Agregado Grueso**

**Agregado Grueso - Cantera Chero - Chimbote.**

Tamaño Maximo Nominal	1/2"	
Peso Seco Varillado	1648	$\text{Kg/m}^3$
Peso Especifico	2.81	$\text{gr/cm}^3$
Absorción	1.83	%
Contenido de Humedad	0.30	%
Peso Unitario Suelto	1474	$\text{Kg/m}^3$

1.2.4. **Agua:**  
Agua Potable de la zona.

**II. SECUENCIA DE DISEÑO:**

2.1. **Selección de la Resistencia ( $f'_{cr}$ ):**

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces se tiene que:

$$f'_{cr} = f'_c + 70 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces:

$$f'_{cr} = 175 + 70 = 245 \text{ Kg/cm}^2$$



**ICCSA INGENIEROS SAC**  
*Occuplatu*  
RIVASPLATA VASÓJUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536

---

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote  
Teléfonos 943619979 – correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com – RUC 20445792439



# ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



## 2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es de 1/2"

## 2.3. Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4".

## 2.4. Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de 215 Lt/m<sup>3</sup>.

## 2.5. Contenido de Aire:

Se considera 2.00 % de aire atrapado por las características de los componentes de este concreto.

## 2.6. Relación Agua - Cemento:

Para una resistencia de diseño  $f_{cr} = 245$  Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de 0.62 por resistencia.

## 2.7. Factor Cemento:

$215.00 / 0.62 = 346.77$  Kg/m<sup>3</sup> = 8.16 Bls/m<sup>3</sup>.

## 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza de 2.49 y un tamaño máximo nominal de 1/2" le corresponde un volumen unitario de 0.58 m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto.

Peso del Agregado Grueso =  $0.58 \times 1648 = 955.84$  Kg/m<sup>3</sup>

## 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Cemento	346.77 / ( 2.97x 1000 )=	0.117 m <sup>3</sup>
Agua	215.00 / ( 1.00x 1000 )=	0.215 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	2.00 % =	0.020 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	955.84 / ( 2.81x 1000 )=	0.340 m <sup>3</sup>
Total	=	0.692 m <sup>3</sup>

## 2.10 Contenido de Agregado Fino:

Volumen absoluto de agregado fino :  $1.00 - 0.692 = 0.308$  m<sup>3</sup>

Peso de agregado fino seco :  $0.308 \times 2.69 \times 1000 = 828.747$  m<sup>3</sup>

## 2.11 Valores de Diseño:

Cemento	346.77 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	215.00 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	828.75 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	955.84 Kg/m <sup>3</sup>



ICCSA INGENIEROS SAC

*Rivasplata V.*  
RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536



# ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	828.75	x	1.0044	=	832.39	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	955.84	x	1.0030	=	958.71	Kg/m <sup>3</sup>

Humedad Superficial de:

Agregado Fino	0.44	-	3.40	=	-2.96	%
Agregado Grueso	0.30	-	1.83	=	-1.53	%

Aporte de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	828.75	x	{ -0.0296 }	=	-24.53	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	955.84	x	{ -0.0153 }	=	-14.62	Lt/m <sup>3</sup>
Total				=	-39.16	Lt/m <sup>3</sup>

$$\text{Agua Efectiva} = 215.00 - (-39.16) = 254.16 \text{ Lt/m}^3$$

Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	346.77	Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	254.16	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	832.39	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	958.71	Kg/m <sup>3</sup>

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

$$346.77 / 346.77 : 832.39 / 346.77 : 958.71 / 346.77 \quad \boxed{1 : 2.40 : 2.76 / 0.62}$$

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

Cemento	1.00	x	42.5	=	42.50	Kg/saco
Agua Efectiva	0.67	x	42.5	=	28.48	Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.40	x	42.5	=	102.02	Kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.76	x	42.5	=	117.50	Kg/saco

### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

Agregado Fino Húmedo	832.39	x	35.31 / 1564	=	18.79	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	958.71	x	35.31 / 1474	=	22.97	Kg/pie <sup>3</sup>

### 2.16 Dosificación en Volumen:

Cemento	8.16	/	8.16	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	18.79	/	8.16	=	2.30	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	22.97	/	8.16	=	2.81	pie <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	254.16	/	8.16	=	31.15	Lt/bolsa

SE RECOMIENDA USAR:	1: 2.30 : 2.80 / 31.00 LT/BL
---------------------	------------------------------



ICCSA INGENIEROS SAC

*Victor Octavio*  
 RNASPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

# Ensayo de resistencia a la compresión



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'c =175 KG/CM2, CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOIUDO, CHIMBOTE 2023

FECHA : 20 DE MAYO DEL 2024  
SOLICITA : OLAYA GUERRERO, JACOB JOSUE

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) EXP: 0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA - F - 016

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FACT.	FC/F'c %
1	MUESTRA PATRON - M01	22/04/2024	20/05/2024	28	56570	303.80	175	186.23	0.94	100.02
2	MUESTRA PATRON - M02	22/04/2024	20/05/2024	28	59300	308.52	175	192.21	0.94	103.28
3	MUESTRA PATRON - M03	22/04/2024	20/05/2024	28	57420	306.94	175	187.02	0.94	100.49
4	MUESTRA PATRON - M04	22/04/2024	20/05/2024	28	58160	306.24	175	189.92	0.94	102.01
5	DOSIFICACION 1 - M01	22/04/2024	20/05/2024	28	78210	309.51	175	252.69	0.94	135.73
6	DOSIFICACION 1 - M02	22/04/2024	20/05/2024	28	77830	305.90	175	254.43	0.94	136.67
7	DOSIFICACION 1 - M03	22/04/2024	20/05/2024	28	77520	303.60	175	255.34	0.94	137.15
8	DOSIFICACION 1 - M04	22/04/2024	20/05/2024	28	77610	304.92	175	254.53	0.94	136.72
9	DOSIFICACION 2 - M01	22/04/2024	20/05/2024	28	87410	304.52	175	287.04	0.94	154.18
10	DOSIFICACION 2 - M02	22/04/2024	20/05/2024	28	86960	304.98	175	285.13	0.94	153.16
11	DOSIFICACION 2 - M03	22/04/2024	20/05/2024	28	87130	305.44	175	285.26	0.94	153.23
12	DOSIFICACION 2 - M04	22/04/2024	20/05/2024	28	87320	309.42	175	282.20	0.94	151.58
13	DOSIFICACION 3 - M01	22/04/2024	20/05/2024	28	81300	307.28	175	284.58	0.94	142.12
14	DOSIFICACION 3 - M02	22/04/2024	20/05/2024	28	81650	308.20	175	284.93	0.94	142.10
15	DOSIFICACION 3 - M03	22/04/2024	20/05/2024	28	82050	306.36	175	267.42	0.94	143.66
16	DOSIFICACION 3 - M04	22/04/2024	20/05/2024	28	81100	301.60	175	267.13	0.94	143.49

ICCSA INGENIEROS SAC  
RIVASPLATA MASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536





# ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'c =175 KG/CM2, CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

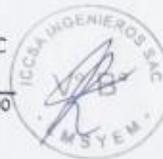
FECHA: 06 DE MAYO DEL 2024  
SOLICITA: OLAYA GUERRERO, JACOB JOSUE

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL: MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) EXP: 0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA - F - 016

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FACT.	FC/F'c %
1	MUESTRA PATRON - M01	22/04/2024	06/05/2024	14	4800	308.42	175	158.23	0.94	88.99
2	MUESTRA PATRON - M02	22/04/2024	06/05/2024	14	49570	301.62	175	154.34	0.94	88.18
3	MUESTRA PATRON - M03	22/04/2024	06/05/2024	14	49150	306.77	175	160.23	0.94	86.06
4	MUESTRA PATRON - M04	22/04/2024	06/05/2024	14	49300	305.72	175	161.26	0.94	86.82
5	DOSIFICACION 1 - M01	22/04/2024	06/05/2024	14	66980	307.29	175	238.55	0.94	120.82
6	DOSIFICACION 1 - M02	22/04/2024	06/05/2024	14	71570	310.06	175	230.82	0.94	133.99
7	DOSIFICACION 1 - M03	22/04/2024	06/05/2024	14	70300	301.30	175	233.32	0.94	125.33
8	DOSIFICACION 1 - M04	22/04/2024	06/05/2024	14	70120	301.82	175	232.31	0.94	124.79
9	DOSIFICACION 2 - M01	22/04/2024	06/05/2024	14	85230	304.15	175	280.22	0.94	150.52
10	DOSIFICACION 2 - M02	22/04/2024	06/05/2024	14	82860	302.22	175	274.17	0.94	147.27
11	DOSIFICACION 2 - M03	22/04/2024	06/05/2024	14	84300	303.14	175	278.09	0.94	149.37
12	DOSIFICACION 2 - M04	22/04/2024	06/05/2024	14	84160	303.67	175	277.15	0.94	148.87
13	DOSIFICACION 3 - M01	22/04/2024	06/05/2024	14	77280	302.68	175	255.32	0.94	137.14
14	DOSIFICACION 3 - M02	22/04/2024	06/05/2024	14	76380	306.82	175	248.94	0.94	133.72
15	DOSIFICACION 3 - M03	22/04/2024	06/05/2024	14	77100	304.06	175	253.57	0.94	136.20
16	DOSIFICACION 3 - M04	22/04/2024	06/05/2024	14	76560	304.46	175	251.46	0.94	135.07

ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rivasplata V.*  
RIVASPLATA VÁSQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536





# ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ , CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

FECHA : 29 DE ABRIL DEL 2024  
SOLICITA : OLAYA GUERRERO, JACOB JOSUE

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) EXP: 0073

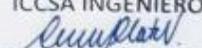
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA - F - 016

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FACT.	FC/ f'c %
1	MUESTRA PATRON - M01	22/04/2024	29/04/2024	7	39600	304.26	175	130.15	0.94	69.91
2	MUESTRA PATRON - M02	22/04/2024	29/04/2024	7	43510	301.85	175	137.52	0.94	73.82
3	MUESTRA PATRON - M03	22/04/2024	29/04/2024	7	40190	306.94	175	130.94	0.94	70.33
4	MUESTRA PATRON - M04	22/04/2024	29/04/2024	7	40320	307.20	175	131.25	0.94	70.50
5	DOSIFICACION 1 - M01	22/04/2024	29/04/2024	7	54740	306.47	175	129.61	0.94	95.94
6	DOSIFICACION 1 - M02	22/04/2024	29/04/2024	7	54480	308.43	175	126.64	0.94	94.88
7	DOSIFICACION 1 - M03	22/04/2024	29/04/2024	7	54260	303.24	175	129.99	0.94	96.14
8	DOSIFICACION 1 - M04	22/04/2024	29/04/2024	7	54820	301.99	175	131.53	0.94	97.53
9	DOSIFICACION 2 - M01	22/04/2024	29/04/2024	7	61180	304.52	175	200.91	0.94	107.92
10	DOSIFICACION 2 - M02	22/04/2024	29/04/2024	7	60870	301.06	175	200.89	0.94	107.91
11	DOSIFICACION 2 - M03	22/04/2024	29/04/2024	7	60990	303.16	175	201.18	0.94	108.06
12	DOSIFICACION 2 - M04	22/04/2024	29/04/2024	7	61900	301.53	175	203.80	0.94	109.20
13	DOSIFICACION 3 - M01	22/04/2024	29/04/2024	7	56910	302.82	175	187.93	0.94	100.95
14	DOSIFICACION 3 - M02	22/04/2024	29/04/2024	7	57150	308.20	175	185.43	0.94	99.60
15	DOSIFICACION 3 - M03	22/04/2024	29/04/2024	7	57430	304.80	175	188.42	0.94	101.21
16	DOSIFICACION 3 - M04	22/04/2024	29/04/2024	7	57620	306.25	175	188.14	0.94	101.06

ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rivasplata V.*  
RIVASPLATA YASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536



Ensayo de alabeo

INFORME DE ENSAYO								
UNIDADES DE ALBAÑILERIA. ENSAYO DE ALABEO DE UNIDADES DE LADRILLOS								
NTP 339.613								
NOMBRE CLIENTE:	OLAYA GUERRERO JOSUE JACOB							
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'C =175 KG/CM2, CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023	FECHA DE EMISIÓN :	29-Abr-2024					
MÉTODO DE ENSAYO :	ITEM 15 NORMA NTP 339.613							
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	LADRILLOS DE CONCRETO ELABORADOS EN LABORATORIO.							
Bloque No.	Cara 1		Cara 2		Borde 1		Borde 2	
	Tipo de superficie	mm	Tipo de superficie	mm	Tipo de superficie	mm	Tipo de superficie	mm
1	Cóncavo	1.20	Convexo	1.97	Cóncavo	3.87	Convexo	0.48
2	Cóncavo	1.65	Cóncavo	2.33	Cóncavo	0.97	Convexo	0.36
3	Cóncavo	1.93	Convexo	1.65	Cóncavo	4.84	Convexo	0.97
4	Cóncavo	2.36	Cóncavo	0.66	Cóncavo	2.90	Cóncavo	4.13
5	Cóncavo	4.80	Cóncavo	2.36	Cóncavo	3.87	Convexo	3.16
6	Convexo	1.60	Convexo	4.31	Convexo	0.48	Cóncavo	4.52
7	Cóncavo	2.93	Cóncavo	3.87	Cóncavo	1.36	Cóncavo	2.46
8	Convexo	1.96	Convexo	4.71	Cóncavo	2.33	Cóncavo	1.45
9	Cóncavo	1.91	Cóncavo	3.77	Cóncavo	2.71	Cóncavo	5.61
10	Cóncavo	2.46	Cóncavo	4.36	Cóncavo	1.48	Cóncavo	6.24
11	Cóncavo	3.93	Cóncavo	4.11	Cóncavo	2.48	Cóncavo	7.31
12	Cóncavo	1.74	Cóncavo	4.36	Convexo	0.97	Cóncavo	3.87
PROMEDIO	Cóncavo	2.49	Cóncavo	3.23	Cóncavo	2.68	Cóncavo	4.45
	Convexo	1.78	Convexo	3.16	Convexo	0.73	Convexo	1.24
OBSERVACIONES:	_____							
					ICCSA INGENIEROS SAC  RIVASPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO INGENIERO CIVIL CIP. N° 282536			
								

# Análisis granulométrico de vidrio molido

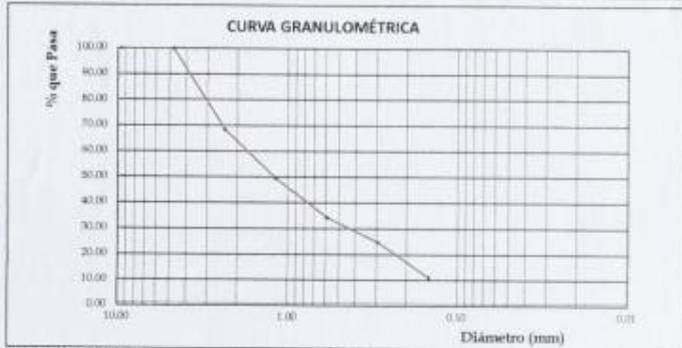


**RESISTENCIA A COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE, 2023.**

FECHA : 15 DE ABRIL DEL 2024  
 SOLICITADO : OLAYA GUERRERO JACOB JOSUE  
 MUESTRA : VIDRIO MOLIDO PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422**

		Peso inicial seco (gr)		1696.7		
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	LIMITES PERMISIBLE
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00	
N° 04	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00	
N° 6	2.360	535.47	31.56	31.58	68.44	
N° 16	1.180	320.69	18.90	50.46	49.54	
N° 30	0.590	257.41	15.17	65.63	34.37	
N° 50	0.295	160.54	9.46	75.09	24.91	
N° 100	0.148	232.28	13.69	88.78	11.22	
N° 200	0.074	121.54	7.16	95.95	4.05	
Cazoleta		68.80	4.05	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		<b>1696.7</b>	<b>100.00</b>			



- PESO ESPECIFICO - gr/cm3
- ABSORCION -
- CONTENIDO DE HUMEDAD -
- MODULO DE FINEZA -
- PESO UNITARIO SUELTO - kg/m3
- PESO UNITARIO VARILLADO - kg/m3

**ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400.017)**

**PESO UNITARIO SUELTO**

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DEL MOLDE (KG)	-	-	-
<b>PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)</b>	-	-	-
VOLUMEN DEL MOLDE	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO (KG)	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M3)	-	-	-
PESO UNITARIO COMPACTADO	-	-	-

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DEL MOLDE (KG)	-	-	-
<b>PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (KG)</b>	-	-	-
VOLUMEN DEL MOLDE	-	-	-
PESO APARENTE COMPACTO (KG)	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG)	-	-	-



**ICCSA INGENIEROS SAC**  
 RIVASPLATA VÁSQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

# Análisis granulométrico de arena gruesa



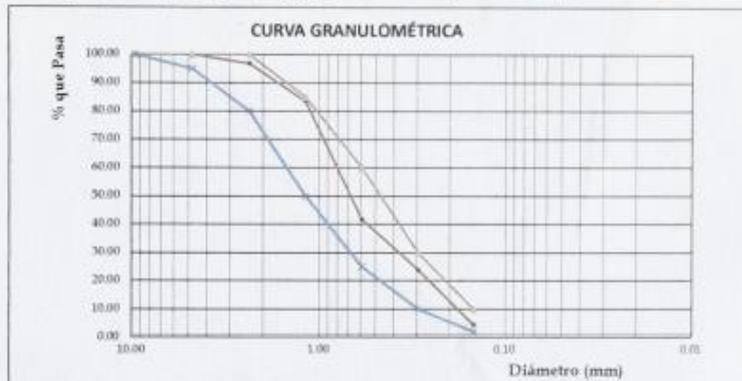
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO , CHIMBOTE, 2023**

FECHA : 15 DE ABRIL DEL 2024  
SOLICITADO : Olaya Guerrero, Jacob Josue

MUESTRA : ARENA GRUESA - MUESTRA TRAIDA POR EL SOLICITANTE.

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422**

		Peso inicial seco (gr)		1013.0			LIMITES PERMISIBLE	
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa			
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100	
N° 04	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00	95	100	
N° 8	2.360	31.00	3.06	3.06	96.94	80	100	
N° 16	1.180	136.00	13.43	16.49	83.51	50	85	
N° 30	0.590	422.00	41.66	58.14	41.86	25	60	
N° 50	0.295	181.00	17.87	76.01	23.99	10	30	
N° 100	0.148	199.00	19.64	95.66	4.34	2	10	
N° 200	0.074	36.00	3.55	99.21	0.79			
Cazoleta		8.00	0.79	100.00	0.00			
TOTAL		1013.0	100.00					



PESO ESPECIFICO 2.69 gr/cm3  
ABSORCION 3.40%  
CONTENIDO DE HUMEDAD 0.44%  
MODULO DE FINEZA 2.49  
PESO UNITARIO SUELTO 1564 kg/m3

ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rivasplata Vasquez*  
RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 287536

**ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400.017)**

PESO UNITARIO SUELTO

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	8.163	8.084	8.116
PESO DEL MOLDE (KG)	3.64	3.64	3.64
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)	4.523	4.444	4.476
VOLUMEN DEL MOLDE	0.28646	0.28646	0.28646
PESO APARENTE SUELTO (KG)	1578.93	1551.35	1562.52
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M3)	1564		



# Análisis granulométrico de piedra chancada



## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'c= 175 KG/CM2 CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO , CHIMBOTE, 2023

FECHA : 15 DE ABRIL DEL 2024  
SOLICITADO : Olaya Guerrero, Jacob Josue

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422							
Mallas	Abertura (mm)	Peso inicial seco (gr)		Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	LÍMITES PERMISIBLES ASTM C-33 (67)	
		Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)				
				3101.0			
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00	90	100
1/2"	12.700	1406.0	45.34	45.34	54.66		
3/8"	9.500	693.0	22.35	67.69	32.31	20	55
N° 04	4.750	766.0	24.70	92.39	7.61	0	15
N° 8	2.360	236.00	7.61	100.00	0.00	0	5
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00		
N° 30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00		
N° 50	0.295	0.00	0.00	100.00	0.00		
N° 100	0.148	0.00	0.00	100.00	0.00		
N° 200	0.074	0.00	0.00	100.00	0.00		
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		3101.0	100.00				



TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL : 1/2"  
 PESO SECO SUELTO : 1474 Kg/m<sup>3</sup>  
 PESO ESPECÍFICO : 2.81 gr/cm<sup>3</sup>  
 ABSORCIÓN : 1.83%  
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 0.30%  
 PESO UNITARIO SUELTO : 1648 Kg/m<sup>3</sup>



ICCSA INGENIEROS SAC

*Rivasplata Vasquez Victor Octavio*  
 RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

### ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400 017)

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	7.819	7.932	7.836
PESO DEL MOLDE (KG)	3.64	3.64	3.64
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA(KG)	4.179	4.292	4.196
VOLUMEN DEL MOLDE	0.28646	0.28646	0.28646
PESO APARENTE SUELTO (KG)	1438.84	1498.29	1464.78
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M <sup>3</sup> )			1474
PESO UNITARIO COMPACTADO			

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	8.362	8.341	8.376
PESO DEL MOLDE (KG)	3.64	3.64	3.64
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)	4.722	4.701	4.736
VOLUMEN DEL MOLDE	0.28646	0.28646	0.28646
PESO APARENTE COMPACTO (KG)	1648.40	1641.07	1653.98
PESO COMPACTADO PROMEDIO (KG)			1648

## Tamaño máximo nominal de agregados



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2, CON CENIZAS DE CASCARRA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023**

**MUESTRA** :PIEDRA CHANCADA  
**SOLICITA** :Olaya Guerrero, Jacob Josue.

**FECHA** : 15 DE ABRIL DEL 2024

**TAMAÑO MAXIMO NOMINAL** = 1/2"

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO - MTC E-206					
DATOS					
			1	2	
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	3051.63	3058.14	
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.			
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1982.00	1996.14	
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1982.00	1996.14	
5	Peso de la tara	gr.			
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	3000.00	3000.00	
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	3000.00	3000.00	
RESULTADOS					
			PROMEDIO		
8	Peso Especifico de masa		2.80	2.82	2.81
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seca		2.85	2.88	2.87
10	Peso especifico aparente		2.95	2.99	2.97
11	Porcentaje de absorción	%	1.72	1.94	1.83



ICCSA INGENIEROS SAC

*Ruapata V.*  
 RUASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536



# ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2, CON CENIZAS DE  
CASCARRA DE ARROZ Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

MUESTRA :ARENA GRUESA  
SOLICITA :Olaya Guerrero, Jacob Josue.

FECHA : 15 DE ABRIL DEL 2024

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO

DATOS			1
1	Peso de la fiola	gr.	185.12
2	Peso de la fiola + agua	gr.	682.63
3	Peso de la fiola + agua + muestra	gr.	763.41
4	Peso seco de la muestra	gr.	128.63

RESULTADOS			1
8	Peso Especifico de masa		2.69
9	Absorción	%	3.40



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Completal.*  
R. ASPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282535

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote  
Teléfonos 943619979 – correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com – RUC 20445792439

Anexo 4: Certificados de calibración.



# CALIBRATEC S.A.C.

**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

---

*Área de Metrología*

*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA-F-016-2024

Página 1 de 4

---

<b>1. Expediente</b>	0073	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).
<b>2. Solicitante</b>	ICCSA INGENIEROS S.A.C.	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.
<b>3. Dirección</b>	JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	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.
<b>4. Instrumento calibrado</b>	<b>MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	PERUTEST	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Modelo</b>	PC-1000	
<b>N° de serie</b>	1114	
<b>Identificación</b>	No indica	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Intervalo de indicación</b>	0 kgf a 100000 kgf	
<b>Resolución</b>	10 kgf	
<b>Clase de exactitud</b>	NO INDICA	
<b>Modo de fuerza</b>	Compresión	
<b>Indicador Digital</b>		
<b>Marca</b>	No indica	<b>Serie</b> No indica
<b>Modelo</b>	No indica	<b>Resolución</b> 10 kgf
<b>Transductor de Presión</b>		
<b>Marca</b>	ZEMIC	<b>Serie</b> K2A3943
<b>Modelo</b>	YB15	
<b>5. Fecha de calibración</b>	2024-01-18	

---

**Fecha de Emisión**

2024-01-24

**Jefe de Laboratorio**



Revisión 00

RT03-F01

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-016-2024

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 ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bella Mar Mz. E, Lote 9 Ancash - Santa - Nuevo Chimbote

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	28,9 °C
Humedad relativa	57 %	57 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

### 10. Observaciones

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



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-016-2024

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 kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf					kgf	kgf	
10	10000	10026	10031	10036	--	10031	-31	
20	20000	20019	20024	20019	--	20020	-20	
30	30000	29995	30000	30010	--	30002	-2	
40	40000	39976	39981	39991	--	39983	17	
50	50000	49996	49991	49981	--	49990	10	
60	60000	60001	59996	59981	--	59993	7	
70	70000	70015	70010	69995	--	70007	-7	
80	80000	79993	80003	79998	--	79998	2	
90	90000	90021	90016	90021	--	90020	-20	
100	99000	99031	99026	99036	--	99031	-31	

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	10000	-0,31	0,10	--	0,10	0,95	
20	20000	-0,10	0,02	--	0,05	0,53	
30	30000	-0,01	0,05	--	0,03	0,41	
40	40000	0,04	0,04	--	0,03	0,36	
50	50000	0,02	0,03	--	0,02	0,34	
60	60000	0,01	0,03	--	0,02	0,32	
70	70000	-0,01	0,03	--	0,01	0,31	
80	80000	0,00	0,01	--	0,01	0,30	
90	90000	-0,02	0,01	--	0,01	0,30	
100	99000	-0,03	0,01	--	0,01	0,30	

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f <sub>0</sub>
	q %	b %	v %	a %	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

MAXIMO 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-016-2024**

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  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-037-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	0073	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).
<b>2. Solicitante</b>	ICCSA INGENIEROS S.A.C.	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.
<b>3. Dirección</b>	JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	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.
<b>4. Instrumento calibrado</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	OHAUS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Modelo</b>	V11P15	
<b>N° de serie</b>	90910993	
<b>Identificación</b>	No indica	
<b>Procedencia</b>	China	
<b>Capacidad máxima:</b>	15 kg	
<b>División de escala (d)</b>	0,002 kg	
<b>Div. de verificación (e)</b>	0,002 kg	
<b>Capacidad mínima</b>	0,04 kg	
<b>Clase de exactitud</b>	III	
<b>5. Fecha de calibración</b>	2024-01-18	

Fecha de Emisión

2024-01-25

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

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

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-037-2024**

*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-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bella Mar Mz. E, Lote 9 Ancash - Santa - Nuevo Chimbote

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26,9 °C	27,1 °C
Humedad relativa	64 %	65 %

**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
PESATEC	Pesa de 10 kg de clase M1	0933-MPES-C-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-1456-2023

**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 15 kg la balanza indicaba 14,99 kg)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de
- 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 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C<sup>-1</sup> según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- 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.

Revisión 00

RT03-F01

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

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-037-2024**

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	26,9 °C	26,9 °C	Humedad	66,0 %	66,0 %
<b>Carga L1</b> 7,5003 kg			<b>Carga L2</b> 15,0004 kg		
I kg	ΔL kg	E kg	I kg	ΔL kg	E kg
7,500	0,0007	0,0000	15,002	0,0008	0,0018
7,500	0,0004	0,0003	15,000	0,0003	0,0003
7,500	0,0005	0,0002	15,000	0,0007	-0,0001
7,502	-0,0008	0,0019	15,002	0,0005	0,0021
7,500	0,0003	0,0004	15,000	0,0002	0,0004
7,500	0,0007	0,0000	15,002	0,0006	0,0020
7,502	0,0006	0,0021	15,000	0,0004	0,0002
7,500	0,0003	0,0004	15,000	0,0003	0,0003
7,500	0,0007	0,0000	15,002	0,0007	0,0019
7,502	0,0005	0,0022	15,000	0,0005	0,0001
Dif Máx. Encontrada		0,0022	Dif Máx. Encontrada		0,0022
EMP		0,006	EMP		0,006

**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	26,9 °C	27,0 °C	Humedad	66,0 %	66,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima kg	I kg	ΔL kg	E <sub>0</sub> kg	Carga L kg	I kg	ΔL kg	E kg	E <sub>c</sub> kg
1	0,0200	0,020	0,0003	0,0007	5,000	0,0003	0,0004	-0,0003	
2		0,020	0,0008	0,0002	5,002	0,0007	0,0020	0,0018	
3		0,022	0,0007	0,0023	5,000	0,0009	-0,0002	-0,0025	
4		0,020	0,0003	0,0007	5,002	0,0006	0,0021	0,0014	
5		0,020	0,0005	0,0005	4,998	0,0004	-0,0017	-0,0022	
Error máximo permitido ( ± )									0,006

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-037-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	27,0 °C	27,1 °C		66,0 %	67,0 %

Carga L kg	Carga creciente				Carga decreciente				EMP kg
	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	
E <sub>0</sub>	0,0200	0,020	0,0003	0,0007					
0,0400	0,042	0,0008	0,0022	0,0015	0,040	0,0003	0,0007	0,0000	0,002
1,0000	1,000	0,0003	0,0007	0,0000	1,002	0,0007	0,0023	0,0016	0,002
2,0000	2,002	0,0005	0,0025	0,0018	2,000	0,0005	0,0005	-0,0002	0,004
3,5000	3,500	0,0008	0,0002	-0,0005	3,502	0,0003	0,0027	0,0020	0,004
5,0003	5,002	0,0003	0,0024	0,0017	5,000	0,0008	-0,0001	-0,0008	0,006
6,0003	6,000	0,0007	0,0000	-0,0007	6,002	0,0003	0,0024	0,0017	0,006
8,0003	8,002	0,0005	0,0022	0,0015	8,000	0,0007	0,0000	-0,0007	0,006
10,0001	10,000	0,0003	0,0006	-0,0001	10,002	0,0004	0,0025	0,0018	0,006
12,0001	12,002	0,0006	0,0023	0,0016	12,000	0,0002	0,0007	0,0000	0,006
15,0004	15,000	0,0002	0,0004	-0,0003	15,000	0,0002	0,0004	-0,0003	0,006

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: 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**

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,0000020 \text{ kg}^2 + 0,000000021 \cdot R^2}$$

**Lectura corregida de la balanza**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000058 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en kg

**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

**Anexo 5:** datos de resultados en el programa Excel

Cálculo de la hipótesis para la resistencia a compresión a los 7 días

Resistencia a la Compresion				
Nro	M.P	M.P(10% )	M.P(15% )	M.P(20% )
7	130.15	178.61	200.91	187.43
7	137.52	176.64	200.89	185.43
7	130.94	178.99	201.18	188.42
7	131.25	181.53	203.3	188.14
Suma(x <sub>i</sub> ) =	529.86	715.77	806.28	749.42
Media=	132.5	178.9	201.6	187.4
Suma total(x <sub>..</sub> )=	2801.33			
n <sub>i</sub> =	4	4	4	4
N=	16		k=	4
SC <sub>Trat</sub> =	10733.41			
SC <sub>Total</sub> =	10789.7			
SC <sub>Error</sub> =	56.3			

**Tabla ANOVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	10733.41127	3	3577.80376	762.204152
Dentro de las muestras	56.3	12	4.69402292	
Total	10789.7	15		

(Valor crítico)  $F_{\alpha,k-1,N-k} = 3.490294819 = \text{INV.F.CD}(0.05;J19;J20)$

p-valor=  $5.92345E-14 = \text{DISTR.F.CD}(L19;J19;J20)$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

### Método TUKEY

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

k=	4
N-k=	12
CM <sub>E</sub> =	4.7
n <sub>i</sub> =	4
q <sub>α</sub> (k,N-k)=	4.2

T<sub>α</sub>= **4.55**

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
M.P-M.P(10%)	46.48	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(15%)	69.11	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(20%)	54.89	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(15%)	22.63	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(20%)	8.41	SIGNIFICATIVA
M.P(15%)-M.P(20%)	14.22	SIGNIFICATIVA

Cálculo de la hipótesis para la resistencia a compresión a los 14 días

Resistencia a la Compresion				
Nro	M.P	M.P(10%)	M.P(15%)	M.P(20%)
7	158.23	224.55	280.22	255.32
7	164.34	230.82	274.17	248.94
7	160.22	233.32	278.09	253.57
7	161.26	232.32	277.15	251.46
Suma(x <sub>i</sub> ) =	644.05	921.01	1109.63	1009.29
Media=	161.0	230.3	277.4	252.3
Suma total(x <sub>..</sub> )=	3683.98			
n <sub>i</sub> =	4	4	4	4
N=	16		k=	4
SC <sub>Trat</sub> =	30019.43			
SC <sub>Total</sub> =	30127.1			
SC <sub>Error</sub> =	107.7			

**Tabla ANOVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	30019.42587	3	10006.4753	1115.14815
Dentro de las muestras	107.7	12	8.973225	
Total	30127.1	15		

(Valor crítico)  $F_{\alpha,k-1,N-k} = 3.490294819 = \text{INV.F.CD}(0.05;J19;J20)$

p-valor=  $6.10413E-15 = \text{DISTR.F.CD}(L19;J19;J20)$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

### Método TUKEY

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

k=	4
N-k=	12
CM <sub>E</sub> =	9.0
n <sub>i</sub> =	4
q <sub>α</sub> (k, N-k)=	4.2
T <sub>α</sub> =	<b>6.29</b>

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
M.P-M.P(10%)	69.24	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(15%)	116.40	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(20%)	91.31	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(15%)	47.16	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(20%)	22.07	SIGNIFICATIVA
M.P(15%)-M.P(20%)	25.09	SIGNIFICATIVA

Cálculo de la hipótesis para la resistencia a compresión a los 28 días

Resistencia a la Compresion				
Nro	M.P	M.P(10%)	M.P(15%)	M.P(20%)
28	186.21	252.69	287.04	264.58
28	192.21	254.43	285.13	264.93
28	187.07	255.34	285.26	267.82
28	189.92	254.53	282.2	267.13
Suma(x <sub>i</sub> ) =	755.41	1016.99	1139.63	1064.46
Media=	188.9	254.2	284.9	266.1
Suma total(x <sub>..</sub> )=	3976.49			
n <sub>i</sub> =	4	4	4	4
N=	16		k=	4
SC <sub>Trat</sub> =	20906.59			
SC <sub>Total</sub> =	20952.6			
SC <sub>Error</sub> =	46.1			

**Tabla ANOVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	20906.59417	3	6968.86472	1815.81238
Dentro de las muestras	46.1	12	3.83787708	
Total	20952.6	15		

(Valor crítico)  $F_{\alpha,k-1,N-k} = 3.490294819 = \text{INV.F.CD}(0.05;J19;J20)$

**p-valor= 3.30405E-16 =DISTR.F.CD(L19;J19;J20)**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

### Método TUKEY

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

k=	4
N-k=	12
CM <sub>E</sub> =	3.8
n <sub>i</sub> =	4
q <sub>α</sub> (k,N-k)=	4.2
T <sub>α</sub> =	<b>4.11</b>

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
M.P-M.P(10%)	65.40	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(15%)	96.06	SIGNIFICATIVA
M.P-M.P(20%)	77.26	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(15%)	30.66	SIGNIFICATIVA
M.P(10%)-M.P(20%)	11.87	SIGNIFICATIVA
M.P(15%)-M.P(20%)	18.79	SIGNIFICATIVA

**Anexo 7: Panel fotográfico**



**Imagen 1:** Recolección de cascara de arroz en el distrito de Santa



**Imagen 2:** Recolección y traslado de agregados, de la cantera Chero (Nuevo Chimbote)



**Imagen 3:** Molienda del vidrio reciclado en maquina de Abrasión de los Angeles.



**Imagen 4:** Pesado del vidrio triturado



**Imagen 5:** Preparación de horno para la quema controlada de la cascara de arroz.



**Imagen 6:** Preparación de la balanza donde será medida la ceniza de cascara de arroz.



**Imagen 7:** Movilización de todos los materiales a utilizar al laboratorio.



**Imagen 8:** Pesado de los agregados para su posterior ensayo granulométrico.



**Imagen 9:** Separación de los agregados en diferentes contenedores.



**Imagen 10:** Habilitado de las muestras de ladrillos con sus diferentes dosificaciones.



**Imagen 11:** Ensayo de compresión a los 7 días de curado



**Imagen 12:** Falla del ladrillo a ser sometido a una fuerza de compresión.



**Imagen 13:** Ensayo de compresión a los 14 días de curado.



**Imagen 14:** Falla del ladrillo a ser sometido a una fuerza de compresión.

**Anexo 8:** Resultado de la fórmula de la media poblacional

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

$$n = \frac{60 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2 * (60 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$

$$n = 50$$

Dónde:

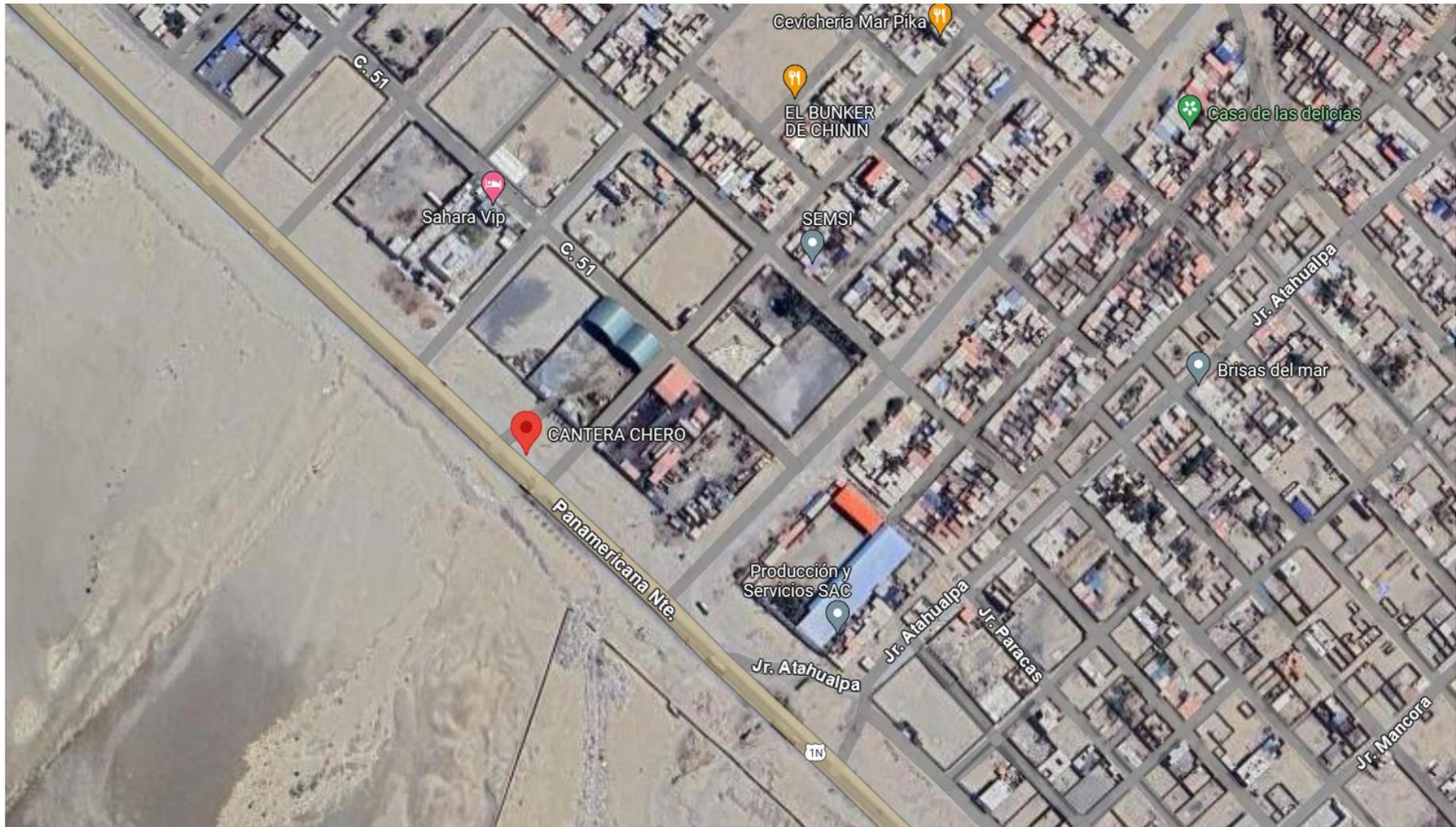
Z: Nivel de confianza

$\sigma$ : Varianza

e: Error permisible

N: Tamaño de la población

### Anexo 9: Ubicación satelital de Cantera Chero



**Anexo 11:** Información de la revista científica donde se postulará el artículo proveniente de los resultados de la presente investigación.

Título tentativo del artículo científico	Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , con cenizas de cáscara de arroz y vidrio molido, Chimbote, 2023
Nombre de revista a postular	Revista FIGEMPA: Investigación y Desarrollo
Url de la revista	<a href="https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG">https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG</a>
Base de datos de indización	SciELO, AURA, ACTUALIDAD IBEROAMERICANA, BASE - UNIVERSITAT BIELEFELD, CROSSREF, DOAJ, ERIHPLUS, EUROPUB, GOOGLE ACADÉMICO, LATINDEX 2.0, MIAR, REDIB, ROAD, AMELICA, ADVANCED SCIENCES INDEX, COPERNICUS, DIALNET
Cuartil	Q-4
Idioma	Español
Issn	2602-8484
H-index	21