



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de la resistencia a compresión del concreto  
F<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de carbón y conchas de abanico,  
Chimbote, 2023**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Curibanco Cenizario, Genesis Belen (orcid.org/0000-0001-8146-9190)

Mercedes Marcelo, Gino Misael (orcid.org/0000-0002-5408-3644)

**ASESOR:**

Mgtr. 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

## Declaratoria de autenticidad del asesor



**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: "Análisis de la resistencia a compresión del concreto  $F_c=210\text{kg/cm}^2$  con cenizas de carbón y conchas de abanico, Chimbote, 2023", cuyos autores son CURIBANCO CENIZARIO GENESIS BELEN, MERCEDES MARCELO GINO MISAEL, 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

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑOZ ARANA JOSE PEPE DNI: 32960000 ORCID: 0000-0002-9488-9650	Firmado electrónicamente por: JMUNOZA el 02-07- 2024 00:52:17

Código documento Trilce: TRI - 0787112

## Declaratoria de originalidad de los autores



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CURIBANCO CENIZARIO GENESIS BELEN, MERCEDES MARCELO GINO MISAEL estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de la resistencia a compresión del concreto  $F_c=210\text{kg/cm}^2$  con cenizas de carbón y conchas de abanico, Chimbote, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CURIBANCO CENIZARIO GENESIS BELEN DNI: 75311494 ORCID: 0000-0001-8146-9190	Firmado electrónicamente por: GBCURIBANCO el 05-07-2024 10:37:54
MERCEDES MARCELO GINO MISAEL DNI: 73482783 ORCID: 0000-0002-5408-3644	Firmado electrónicamente por: GMERCEDESM el 05-07-2024 10:40:28

Código documento Trilce: INV - 1740507

## **Dedicatoria**

A Dios por haberme guiado en el transcurso de mi carrera profesional, y por darme fortaleza y sabiduría para alcanzar mis objetivos.

A mis padres Isabel Cenizario Saldivar y Roger Curibanco Domínguez porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos Dayron, Akira, Jhire por su compañía y apoyo en mi formación académica.

### **Genesis Belén Curibanco Cenizario**

La presente tesis esta primordialmente dedicado a Dios porque es el que siempre está acompañándome, cuidándome y guiándome durante todo este tiempo académico.

A mis padres por su amor, por enseñarme el deseo de superarme, los valores morales y por estar siempre en cada en cada paso académico, ya que sin ellos no estaría en donde estoy ahora.

### **Gino Misael Mercedes Marcelo**

## **Agradecimiento**

Expreso el más grande agradecimiento a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional

A mis padres y hermanos por su apoyo y consejos, a mi compañero de tesis por su ayuda y motivación en esta etapa académica.

**Genesis Belén Curibanco Cenizario**

Agradezco principalmente a Dios poner a personas maravillosas en mi camino que me brindaron su apoyo incondicional y conocimientos.

A mis padres que me brindaron su apoyo incondicional en las buenas y malas, así como a mi pareja de tesis que fue una gran compañera apoyándome en todo momento ya que sin ayuda de ella no se hubiera logrado el objetivo.

**Gino Misael Mercedes Marcelo**

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad de los autores .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenido .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. METODOLOGÍA .....	20
III. RESULTADOS .....	32
IV. DISCUSIÓN.....	57
V. CONCLUSIONES .....	62
VI. RECOMENDACIONES .....	63
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS .....	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Cantidad de probetas a compresión – población .....	24
<b>Tabla 2:</b> Cantidad de probetas a compresión – muestra .....	25
<b>Tabla 3 :</b> Ensayos de laboratorio .....	26
<b>Tabla 4:</b> Análisis granulométrico de las conchas de abanico trituradas.....	32
<b>Tabla 5:</b> Pérdida de masa de las cenizas de carbón vegetal.....	34
<b>Tabla 6:</b> Análisis químico de las cenizas de carbón vegetal.....	35
<b>Tabla 7:</b> Granulometría del agregado fino .....	36
<b>Tabla 8:</b> Ensayos al agregado fino .....	38
<b>Tabla 9:</b> Granulometría del agregado grueso .....	39
<b>Tabla 10:</b> Ensayos al agregado grueso .....	40
<b>Tabla 11:</b> Diseño de mezcla M-0% $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	42
<b>Tabla 12:</b> Diseño de mezcla M-10% $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	42
<b>Tabla 13:</b> Diseño de mezcla M-15% $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	43
<b>Tabla 14:</b> Diseño de mezcla M-20% $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	43
<b>Tabla 15:</b> Revenimiento de la mezcla de concreto .....	44
<b>Tabla 16:</b> Rotura a los 7 días.....	45
<b>Tabla 17:</b> Rotura a los 14 días.....	46
<b>Tabla 18:</b> Rotura a los 21 días.....	46
<b>Tabla 19:</b> Rotura a los 28 días.....	47
<b>Tabla 20:</b> Resumen de roturas .....	47
<b>Tabla 21:</b> ANOVA para los 7 días.....	49
<b>Tabla 22:</b> TUKEY para los 7 días .....	50
<b>Tabla 23:</b> ANOVA para los 14 días.....	51
<b>Tabla 24:</b> TUKEY para los 14 días .....	52
<b>Tabla 25:</b> ANOVA para los 21 días.....	53
<b>Tabla 26:</b> TUKEY para los 21 días .....	54
<b>Tabla 27:</b> ANOVA para los 28 días.....	54
<b>Tabla 28:</b> TUKEY para los 28 días .....	55

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Diseño de investigación .....	21
<b>Figura 2:</b> Curva granulométrica de conchas de abanico trituradas.....	33
<b>Figura 3:</b> Curva de pérdida de masa.....	34
<b>Figura 4:</b> Curva granulométrica del agregado fino .....	37
<b>Figura 5:</b> Curva granulométrica del agregado grueso .....	39
<b>Figura 6:</b> Líneas de tendencia de las roturas de las probetas según muestras .....	48
<b>Figura 7:</b> Campana F de Snedecor para los 7 días.....	50
<b>Figura 8:</b> Campana F de Snedecor para los 14 días.....	51
<b>Figura 9:</b> Campana F de Snedecor para los 21 días.....	53
<b>Figura 10:</b> Campana F de Snedecor para los 28 días.....	55

## Resumen

La investigación realizada sostuvo como objetivo principal analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas. El tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo, y el estudio realizado es un diseño experimental de tipo cuasiexperimental. Para la muestra se consideró 128 probetas. Las muestras fueron: 32 para la muestra convencional y 96 probetas para el concreto  $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas, en porcentajes de 10%, 15% y 20%. Obteniendo así resultados no favorables en porcentajes de 15% y 20% de sustitución, que tienen menor resistencia que el convencional. Debido a esto se concluye que la sustitución parcial del cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas no mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , sin embargo, es viable hasta en un 10% de sustitución, manteniendo una resistencia a la compresión adecuada y una buena trabajabilidad, contribuyendo así a la sostenibilidad en la construcción.

**Palabras clave:** Cenizas de carbón vegetal, conchas de abanico trituradas, concreto  $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia a la compresión.

## Abstract

The primary objective of the research was to analyze the compressive strength of concrete with an  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  by partially substituting cement and fine aggregate with charcoal ashes and crushed scallop shells. The type of research was applied with a quantitative approach, and the study conducted is a quasi-experimental design. The sample considered consisted of 128 specimens: 32 for the conventional sample and 96 specimens for the concrete with an  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ , partially substituting cement and fine aggregate with charcoal ashes and crushed scallop shells at percentages of 10%, 15%, and 20%. The results were unfavorable for substitution percentages of 15% and 20%, which showed lower strength than the conventional concrete. Therefore, it is concluded that the partial substitution of cement and fine aggregate with charcoal ashes and crushed scallop shells does not improve the compressive strength of concrete with an  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ ; however, it is viable up to a 10% substitution, maintaining adequate compressive strength and good workability, thus contributing to sustainability in construction.

**Keywords:** Charcoal ashes, crushed scallop shells, concrete  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ , compressive strength.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concreto es ampliamente utilizado a nivel mundial en la construcción de obras civiles. Para ello se requiere de un concreto de alta calidad, por eso es necesario agregar diferentes materiales en cantidades específicas durante el proceso de mezclado. Estos materiales tienen diversas características y propiedades que se emplean para mejorar las cualidades, como su resistencia, durabilidad y facilidad de trabajo. Algunos ejemplos de adiciones comunes son aditivos químicos, plastificantes y retardantes de fraguado, y materiales cementantes suplementarios.

Por otro lado, la India se encuentra en el noveno lugar entre los países más destacados de Asia en términos de exportación de productos marinos, y ocupa el decimosexto lugar a nivel mundial en esta categoría. Sin embargo, la mala gestión en la eliminación de los residuos representa un grave peligro para el medio ambiente en el futuro. Por lo tanto, una posible solución sería utilizar estos residuos como adición en la fabricación de concreto, convirtiéndolos en un material sostenible en el sector construcción. Esta medida también posibilitaría abordar la prohibición de extraer grava y arena de los ríos más importantes del país (Parthiban, Vijayan, Andrews, Sangma y Mohammed, 2021, p.2).

Asimismo, según Carrillo (2017) mencionó que en diversas regiones del Perú el cultivo de las valvas de abanico ha incrementado convirtiendo a la bahía de Sechura en la zona de mayor producción de este recurso ya que esta área es responsable del 80% de la producción nacional y cuenta con 15 instalaciones de procesamiento, lo que resulta en la generación de aproximadamente 25000 toneladas de residuos al año. También, se conoció que en muchas bahías del Perú vienen teniendo problemas de impactos ambientales por la falta de gestión adecuada de los residuos de conchas de abanico, ya que esto genera acumulación de residuos de *Argopecten purpuratus* cerca de las bahías generando contaminación en el medio ambiente (p.17).

Del mismo modo, Chimbote no escapa de esta realidad ya que la pesca artesanal es una actividad económica muy significativa en la ciudad costera. Sin embargo, el cultivo de las conchas de abanico ha tenido un impacto negativo en esta

ciudad, debido a que los residuos de estos moluscos han contaminado la bahía de Chimbote y han afectado a los residentes cercanos. Este problema ambiental surgió debido al crecimiento de la industria y la falta de gestión adecuada de los desechos.

Por otro lado, la investigación tuvo como objetivo justificar el uso de prácticas innovadoras en la sustitución de materiales para el concreto, creando un impacto significativo y sensibilizando a los investigadores sobre el empleo de materiales orgánicos en la construcción. Esta iniciativa estuvo alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: Industria, Innovación e Infraestructura, y en particular con la meta 9.4, que promueve la sostenibilidad y la eficiencia en la construcción a través del uso de materiales innovadores y sostenibles, como las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas, para mejorar las propiedades del concreto y minimizar su impacto ambiental.

A continuación, se formularon las siguientes preguntas como línea base a investigar: ¿Cómo influye la sustitución parcial del cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas en la resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ?, respecto a las específicas se formularon las siguientes: ¿Cuáles son las propiedades físicas de las conchas de abanico trituradas y las propiedades químicas de las cenizas de carbón vegetal mediante los ensayos de análisis granulométricos, fluorescencia de rayos X y el análisis térmico diferencial?, ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los agregados utilizados en el concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  mediante los ensayos de análisis granulométrico, módulo de finura y el ensayo de abrasión de los ángeles?, ¿Cuál será la resistencia a la compresión y el revenimiento del concreto sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, 20% y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15%, 20% mediante el ensayo de rotura de probetas y el ensayo del cono de Abrams?

La presente investigación tuvo como justificación teórica la carencia de información científica que correspondan a las características del concreto adicionando otro tipo de materiales como el yeso, cal, cenizas volantes entre otros, bajo este aspecto, se pueden incluir en su composición los materiales como las conchas de abanico y las cenizas de carbón vegetal para analizar su comportamiento en la resistencia. Del mismo modo, se tuvo una justificación metodológica, ya que el objetivo es de analizar si la incorporación de las conchas de abanico y las cenizas de carbón vegetal mejoran las cualidades mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , cumpliendo con los requisitos establecidos en la Norma E.060.

Así mismo, se precisó una justificación social ya que se busca informar a los lectores para que adquieran conciencia sobre la conservación del medio ambiente. Concluyendo, se precisó una justificación práctica debido a que intenta describir la influencia de estos materiales incorporándolos en el concreto, con ello se busca analizar si la resistencia del concreto, mejora sus propiedades.

Por lo tanto, se presentó como objetivo general: Analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas. De igual manera, se tuvieron como objetivos específicos: a) Determinar las propiedades físicas de las conchas de abanico trituradas mediante el ensayo de análisis granulométrico y las propiedades químicas de las cenizas de carbón mediante el ensayo fluorescencia de rayos X y el análisis térmico diferencial, b) Identificar las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  mediante los ensayos de análisis granulométrico y ensayos a los agregados, c) Determinar la resistencia a la compresión del concreto y el revenimiento sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, 20% y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15%, 20% mediante el ensayo de rotura de probetas y el ensayo del cono de Abrams.

En ese sentido, se planteó las siguientes hipótesis  $H_i$ : La sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, 20%, y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15%, 20% aumenta

significativamente la resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ . De igual manera se planteó la siguiente hipótesis nula:  $H_0$ : La sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, 20% y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15%, 20% disminuye significativamente la resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Por otro lado, se presentaron los estudios realizados a nivel internacional, tales como Agudelo y Espinosa (2017) analizaron la resistencia del concreto adicionando cenizas, el cual se desarrolló de manera experimental siendo la población la planta de generación eléctrica TERMOPAIPA, a su vez, su muestra serán las probetas cilíndricas que tendrán diferentes composiciones respecto al porcentaje de adición de las cenizas y será de muestreo no probabilístico, los instrumentos empleados fueron el de observación y los resultados del remplazo del cemento por cenizas volantes fueron que en los porcentajes del 10%, 20%, 25% y 30% presentan una variación desfavorable, siendo el 10% el que más se asemeja a la mezcla patrón por lo tanto, es más eficaz que el resto (p.16).

De igual manera, el estudio llevado a cabo por Godoy y Gandara (2018) proporcionó una valiosa perspectiva sobre el comportamiento del concreto al adicionar cenizas volantes. Este estudio cualitativo se centró en las características de los productos y se basó en la revisión de archivos bibliográficos como principal fuente de información. Además, se empleó un enfoque de muestreo no probabilístico y los instrumentos utilizados incluyeron conceptualizaciones claves para comprender los resultados. Se concluyó que el uso de aditivos es eficaz cuando se reemplaza hasta el 20% del cemento, especialmente cuando no excede el 5% de la masa del cemento (s.f., párr.32-34).

Por otro lado, se tuvo los estudios realizados de Hanis et al. (2021), realizaron una investigación experimental, teniendo como población principal las probetas cilíndricas en la cual, se utilizó conchas de abanico como sustituto parcial de la arena en diferentes proporciones: 0%; 5 %; 10% y 15%, siendo los resultados que el concreto que mostró un mejor desempeño a la resistencia a la compresión fue aquel en el que se sustituyó el 10% de la arena por conchas de abanico, siendo un 18% más resistente en lo que respecta al concreto convencional. En

conclusión, el uso de conchas de abanico en el concreto contribuyó al rendimiento del material en términos de resistencia a la compresión (pp. 713-719).

De igual manera, Poloju et al. (2018), determinaron la resistencia del concreto después de 7; 14 días utilizando conchas marinas y compararla con el concreto convencional, la investigación fue experimental y la población fue las probetas cilíndricas para ello, se reemplazó el agregado fino en un 10%, 20% y 30% por conchas marinas. Los resultados a los 7 y 14 días para el 10% mostró una resistencia de 456.32 y 514.24 kg/cm<sup>2</sup>, del mismo modo, para el 20% se obtuvo una resistencia de 465.60 y 516.18 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, al reemplazar el 30% la resistencia fue de 488.91 y 487.12 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que el contenido ideal de conchas marinas es del 20%, ya que mejora un 3.99% a los 14 días en comparación con el concreto convencional (pp. 241-244).

En cuanto a los estudios realizados a nivel nacional, se presentó la investigación de Ortiz (2019), analizó como influye el reemplazo del agregado fino por conchas de abanico en la resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , esta investigación fue de tipo experimental y la población fue la realización de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ . En la muestra se analizaron 45 probetas cilíndricas que se sustituyó el agregado fino por el 5%, 10%, 15% y 30% respecto al diseño patrón. Los principales resultados fueron que las sustituciones del 5% y 10% aumentan la resistencia en comparación de los 15% y el 30% que disminuye la resistencia respecto a los 28 días después del curado. Se concluyó que el diseño ideal fue de 12% debido a que presento una resistencia de 211.77 kg/cm<sup>2</sup> (p. 37).

De otra manera, Yapuchura (2019) determinó la influencia de la ceniza volante como sustituto del cemento. El estudio fue de tipo explicativo, la población consistió en bloques cilíndricos y vigas de concreto. La muestra se dividió en 5 clases de tratamiento de concreto y se utilizó un método de muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron equipos y materiales de laboratorio. Los resultados obtenidos mostraron que, al sustituir el cemento con cenizas volantes, la resistencia a la compresión a los 28 días para un 2.5%, 5%, 10% y 15% fueron de 236.4; 249.2; 229.8 y 201.4 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En conclusión, se encontró que la sustitución de un 5% de ceniza volante en el concreto resulta en un aumento del 12.4% en su resistencia (p.11).

De igual forma, el estudio llevado a cabo por Ventura (2018), analizó los posibles efectos sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar el cemento con cenizas de carbón vegetal en diferentes proporciones: 5%, 10% y 15%. Este enfoque de investigación se basó en un diseño experimental y utilizó probetas cilíndricas como población de estudio. La muestra constó de un total de 36 probetas distribuidas de la siguiente manera: 9 probetas para cada nivel de sustitución, es decir, 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de carbón vegetal. La conclusión a la que se llegó fue que la opción más eficaz consiste en reemplazar el 5% del cemento por cenizas de carbón vegetal (p. 57).

Por otro lado, se destacó las investigaciones realizadas a nivel local, un ejemplo de ello se encuentra en el estudio llevado a cabo por Carranza y Ucañán (2022), evaluaron una resistencia nominal de  $f_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> para el concreto al introducir conchas de abanico en proporciones del 1% y 2.5% del agregado grueso, específicamente para su aplicación en pavimentos rígidos. El enfoque metodológico de este estudio fue de carácter experimental, los hallazgos de esta investigación indicaron de manera concluyente que la adición de conchas de abanico en proporciones del 1% y 2.5% al agregado grueso conllevó a un aumento significativo en la resistencia del concreto estudiado (p. 74).

De igual manera, Pérez (2020), analizó la resistencia y permeabilidad de un concreto reemplazando el 16% de cenizas de piedra de carbón y polvo de concha de abanico. Se evaluaron los insumos para conocer su composición mediante ensayos químicos. El proyecto fue experimental y se utilizaron probetas cilíndricas como muestra. Los resultados indicaron que las cenizas de piedra de carbón presentaban un porcentaje del 83.23% en la suma de óxidos [SiO<sub>2</sub>+CaO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>], mientras que las conchas de abanico en polvo mostraban un porcentaje del 97.33%, asimismo la resistencia a los 7, 14, 28 días fue de 74.79%, 83.31% y 94.31%. Se concluyó que las probetas presentaban permeabilidad superando el 2.5 cm, 3.28 cm y 3.87 cm de permeabilidad (pp. 122-124).

De la misma manera, fue necesario adquirir ciertos conocimientos fundamentales para llevar a cabo la investigación según lo descrito en los objetivos.

Según lo indicado por Carrillo (2017) describió las cualidades físicas y químicas de *Argopecten purpuratus* que se manifiestan en las valvas del molusco llegan a abarcar aproximadamente el 85% de su estructura. Estas valvas, además de su contribución a las propiedades físicas y químicas, también poseen relevancia en diversos aspectos, como la utilización en aplicaciones industriales y la investigación científica, debido a su composición y características únicas (p.17).

De acuerdo a las observaciones de Blas Prieto (2018) mencionó que la concha de abanico en su ciclo normal presenta una textura y forma característica con un grosor que oscila entre 1.5 mm y 3.0 mm. Esta concha exhibe una estructura sólida y en su interior se distinguen notables irregularidades en la parte superior (p.11). Estas peculiaridades de la concha de abanico en cuanto a su forma y características físicas son dignas de estudio y análisis más profundos.

De acuerdo con la definición proporcionada por Ventura (2018), se describió al carbón vegetal como una sustancia sólida, que posee una estructura quebradiza, porosa y contiene un elevado contenido de carbono, aproximadamente alrededor del 98%. Este producto se obtuvo mediante la aplicación de calor a la madera y desechos vegetales en un rango de temperaturas que oscila entre 400 y 700 grados Celsius (p.31). Este proceso térmico fue fundamental para la obtención del carbón vegetal, asimismo, le proporciona propiedades únicas y características físicas particulares.

Por otro lado, el RNE (2019), describió que el cemento es un polvo que, al mezclarse con agua en la proporción adecuada, se vuelve un material que se endurece tanto en el aire como en el agua. NTP 334.001 (p. 245).

Conforme a las directrices indicadas en el RNE (2019), se definió al agregado como una agrupación de partículas que pueden ser naturales o hechas por el ser humano, asimismo sus dimensiones cumplen con los parámetros descritos en la Norma ITINTEC 400.037 (p. 246). La definición fue relevante porque establece

las características y requisitos de los materiales utilizados en la construcción de edificios y otros proyectos relacionados.

Según Orozco et al. (2018), el cemento es empleado en la industria de la construcción, su producción, transporte y aplicación involucran a diferentes profesionales, académicos y laboratorios. No obstante, debido a la complejidad de estos procesos es posible cometer errores que pueden resultar en la producción de concreto de baja calidad (p. 161).

Según lo estipulado en la Norma E 060, El agregado fino se describió como una sustancia que proviene de la descomposición, ya sea natural o inducida y tiene la capacidad de pasar a través de un tamiz con una apertura de 9,5 mm (3/8") (p.12). Esta definición precisó que el agregado fino considera su origen y su capacidad de pasar por un tamiz de dimensiones específicas, lo cual es relevante en aplicaciones relacionadas con la construcción y la ingeniería. Según la Norma E.060, la arena como agregado fino se define como un material que se logra mediante la descomposición natural de las rocas (p.12).

De acuerdo con las disposiciones contenidas en la normativa NTP E-060, la composición del concreto está conformado por varios elementos, como el cemento Portland, agua, agregados finos y gruesos. La adición de aditivos depende de las consideraciones específicas de cada caso. El documento también aborda las características o cualidades que deben presentar los insumos utilizados en la fabricación del concreto. Asimismo, en el caso de los agregados, se permite su uso incluso si no cumplen con todas las especificaciones siempre y cuando se pueda demostrar que esta variación no ha tenido un impacto negativo en la resistencia y durabilidad del concreto (p.14). Estas regulaciones proporcionan directrices clave para garantizar la calidad y la efectividad de los materiales en la construcción de estructuras de concreto.

Conforme a lo expuesto por Castañeda (2018) describió que una adecuada granulometría conlleva a la formación de una mezcla que exhibe características beneficiosas en términos de facilidad de trabajo, colocación y compactación. Este aspecto se determinó mediante la medición de cómo están distribuidos los tamaños de las partículas del agregado, que son sometidas al tamizado a través

de mallas con aperturas de dimensiones estandarizadas y variadas (p.6). La granulometría representó un factor crítico en la ingeniería de materiales y la construcción, ya que influye directamente en las propiedades y el comportamiento de la mezcla de concreto.

Conforme a las aseveraciones presentadas por Alcivar et. al (2020) determinó que la calidad del concreto generalmente está vinculada directamente a su resistencia a la compresión. Es por ello que la elaboración del concreto se guía por las directrices y especificaciones proporcionadas por el diseñador estructural (p.20). La resistencia a la compresión representa un indicador clave en la evaluación de la idoneidad del concreto para aplicaciones estructurales y su cumplimiento con las directrices del diseñador es fundamental para garantizar su rendimiento y fiabilidad en proyectos de construcción.

De acuerdo a las directrices establecidas en la Norma Técnica Peruana 339.035 y el estándar ASTM C-143, la medición del asentamiento se lleva a cabo después de la liberación de la mezcla previamente compactada en un molde con forma tronco-cónica. Es crucial destacar que la ejecución de este ensayo debe completarse en un período no mayor a 5 minutos y se debe realizar de manera continua, sin pausas (p.7). Estas pautas son esenciales para asegurar una evaluación precisa y consistente del asentamiento del concreto fresco en el contexto de los procedimientos de ensayo.

## II. METODOLOGÍA

Para conocer el tipo, enfoque y diseño de investigación se requirió de ciertos conceptos de diversos autores, tal es el caso de Alan y Cortez (2018) el cual definió que el método experimental es utilizado con el objetivo de obtener los conocimientos fundamentales y la opción más viable del modelo. Esto nos ayudó a comprender la realidad de manera más imparcial, utilizando diferentes métodos y fuentes de información. (p. 69).

Dentro de ese orden de ideas Herbas y Rocha (2018) mencionaron que la investigación aplicada también es denominada empírica o práctica que busca resolver problemas relacionados con la industria, el mercado o los servicios utilizando los conocimientos generados a través de la investigación teórica (p.12).

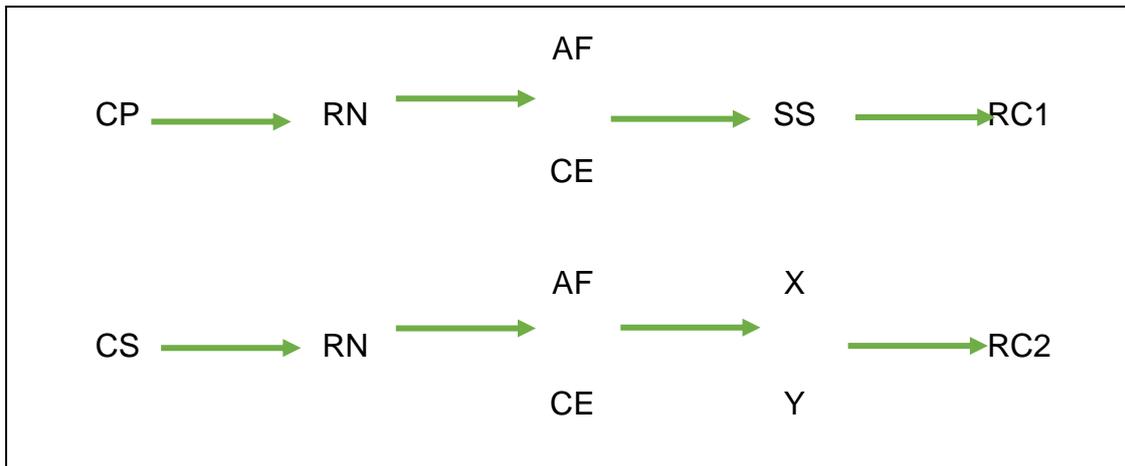
Por otro lado, Álvarez (2020) destacó que el diseño experimental se caracteriza por la recopilación de datos a través de la observación de eventos, sucesos, entre otros, que están influenciados por el que investiga. En este tipo de diseño, se manipula una variable para medir el efecto de la otra en relación con la primera (p.4). Además, los métodos de investigación cuasi-experimentales se basaron en la manipulación de variables, al menos una independiente, con el fin de mostrar su impacto en las variables o dependientes (Hernández [et al], 2018, p. 151).

En base a lo descrito anteriormente, la investigación fue cuantitativa y de naturaleza aplicada porque su objetivo fue adquirir nuevos conocimientos sobre la influencia de los materiales mencionados en la resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ . A su vez, buscó mejorar el desarrollo científico y lograr un equilibrio entre la economía, el medio ambiente y el bienestar social.

De igual manera, el planteamiento de esta investigación tuvo un enfoque cuasi experimental, dado que implica la sustitución parcial tanto del cemento como del agregado fino mediante la introducción de diversas proporciones de cenizas de carbón vegetal y de conchas de abanico trituradas. El objetivo de este diseño fue de analizar el impacto resultante en la resistencia a la compresión, en comparación con las muestras de referencia que han sido específicamente

definidas y elaboradas en el entorno de laboratorio. Esta aproximación metodológica permitió evaluar cómo estas modificaciones afectan las propiedades del concreto en términos de su resistencia a la compresión.

**Figura 1:** Diseño de investigación



Dónde:

**CP:** Conjunto de probetas patrón.

**CS:** Conjunto de probetas que serán alteradas.

**RN:** Requisitos de la norma E0.60

**AF:** Agregado fino utilizado en la mezcla del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .

**CE:** Cemento utilizado en la mezcla del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .

**SS:** Sin sustitución

**X; Y:** Sustitución por concha de abanico trituradas; sustitución por cenizas de carbón natural.

**RC1, RC2:** Resultados de la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Por otra parte, la investigación presentó dos variables independientes y una variable dependiente, siendo las cenizas de carbón vegetal la variable 1, el cual se definió conceptualmente como el resultado obtenido después de la combustión de la madera en ausencia de oxígeno el cual se conoce como pirolisis. La pirolisis implica exponer la madera a altas temperaturas durante un período de tiempo controlado. (MEATHEAD, s/f). Dicho esto, el propósito operacional fue de llevar a cabo la sustitución del cemento en el concreto mediante la sustitución parcial de distintos porcentajes de cenizas de carbón natural. Es por ello que se fue necesario obtener información sobre las características químicas de las partículas de ceniza de carbón natural, así como desarrollar un diseño de mezcla adecuado. En consecuencia, la variable independiente 1 presentó como dimensión las propiedades químicas y como indicadores fue la composición química, temperatura, fluorescencia de rayos x y análisis térmico diferencial, el cual fue medido por la escala de razón.

Del mismo modo, las conchas de abanico fue la variable 2, el cual fue definido conceptualmente por Dionicio y Flores (2015) como el molusco *Argopecten purpuratus*, también conocido como conchas de abanico debido a la forma en abanico de sus valvas, es una especie de bivalvo de gran importancia en el Perú debido a su alta demanda y exportación (p. 330). Ahora bien, el propósito operacional fue de reemplazar el agregado fino en el concreto mediante la sustitución de distintos porcentajes de conchas de abanico trituradas. Por lo tanto, fue necesario adquirir información sobre las características de las conchas de abanico trituradas, así como desarrollar un diseño de mezcla apropiado para su utilización. En cuanto a su dimensión fue el análisis granulométrico y como indicadores se tuvo el módulo de finura, peso específico y tamizaje, cabe resaltar que la variable se midió en escala de razón.

Por otro lado, se tuvo una variable dependiente denominada resistencia a la compresión  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , para ello fue necesario la definición conceptual de Beraún (2017) que especificó que la resistencia a compresión del concreto se conoce como  $f'_c$ , y este parámetro de referencia muestra lo que el concreto o mortero puede resistir al ser sometido a una carga axial en compresión (p. 41). No obstante, la definición operacional fue que se llevó a cabo la formulación de una mezcla de concreto convencional en comparación con una mezcla de

concreto que implica la sustitución del cemento por cenizas de carbón natural y la sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas. El objetivo fue obtener una resistencia de  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  a los 7, 14, 21 y 28 días. Este proceso se rigió por las pautas del método ACI, respaldado por los procedimientos específicos aplicados al concreto. Por otro lado, sus dimensiones fueron el revenimiento y resistencia a la compresión que fueron indicados a través de él grado de consistencia, diseño de mezcla, edad de curado y rotura de probetas, lo cuales fueron medidos a través de la escala razón.

Respecto a la población de dicha investigación fue necesario conocer lo definido por Capillo y Palma (2020) los cuales expusieron que la población, también conocida como el universo, es una colección de elementos que comparten características y pueden ser estudiados. Sin embargo, es mejor utilizar una muestra para representar un gran grupo de elementos. (p.32). En tal sentido, la población para la investigación se basó en el concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente sus componentes por cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas, para ello se tuvo una cantidad de 192 probetas cilíndricas, los cuales se trabajaron respecto a los requisitos mínimos descritos en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.033:2015 Concreto), el cual, se refiere a la práctica estandarizada de preparación y curado de muestras de concreto en el campo.

Cabe considerar los criterios de inclusión que para Ramírez (2018), estos ayudan a distinguir entre los que participan de los que no participan en la investigación, básicamente son límites que se aplican a la población para ser considerados o excluidos en la investigación (p. 222). Dicho esto, en esta investigación se tuvo en cuenta todas las probetas que cumplan con los requisitos mínimos de las normas y diseño de mezcla. Además, de que deben estar en buenas condiciones, demostrando una superficie uniforme y medidas correctas del diámetro inferior, superior e intermedio para un correcto ensayo de rotura. Sin embargo, se excluyeron las probetas que presentaron algún tipo de fallas o fisuras que impidieron el correcto ensayo de compresión, también aquellas que no cumplieron con las medidas correctas ya sea para los diámetros inferior, superior e intermedio. Para ello se muestra la siguiente tabla:

**Tabla 1:** Cantidad de probetas a compresión – población

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		EDAD (días)				TOTAL
DESCRIPCIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	7 días	14 días	21 días	28 días	
M-0%	-	12	12	12	12	48
M-10%	Conchas de abanico trituradas	12	12	12	12	48
M-10%	Cenizas de carbón natural					
M-15%	Conchas de abanico trituradas	12	12	12	12	48
M-15%	Cenizas de carbón natural					
M-20%	Conchas de abanico trituradas	12	12	12	12	48
M-20%	Cenizas de carbón natural					
TOTAL						192

Por otra parte, se extrajeron muestras significativas que fueron ensayadas de acorde a lo especificado, para ello fue necesario conocer la definición que para Martínez (2020), la muestra es considerada como la fracción representativa de la población ya que delimita el área donde se desarrollará el estudio (p. 173). Dentro de ese orden de ideas, se consideró un muestreo probabilístico para población finita, con el cual se utilizó la fórmula para obtener la muestra del estudio, obteniendo un valor de 128 probetas de dimensión cilíndrica que fueron realizados y ensayados en un laboratorio, los cuales se conformaron de la siguiente manera: 32 probetas pertenecientes al concreto patrón sin ninguna sustitución, a los cuales se les realizó el ensayo de compresión así, 8 después de 7 días de curado, 8 a los 14, 8 a los 21 y 8 a los 28 días respectivamente. Posteriormente se evaluaron 32 probetas más con la sustitución parcial del cemento por 10% de cenizas de carbón vegetal y con la sustitución parcial del agregado fino por 10% de conchas de abanico trituradas y se ensayarán a los 7, 14, 21 y 28 días, de la misma manera, 32 probetas con la sustitución parcial del

cemento por 15% del material (cenizas de carbón vegetal) y 15% del material (conchas de abanico trituradas) para la sustitución parcial del agregado fino, los cuales fueron ensayados a los 7, 14, 21 y 28 días. Finalmente, se elaboraron las 32 probetas restantes con los porcentajes de 20% de cenizas de carbón vegetal para la sustitución parcial del cemento y 20% de conchas de abanico trituradas para la sustitución parcial del agregado fino, dicho proceso se pudo resumir de la siguiente manera:

**Tabla 2:** Cantidad de probetas a compresión – muestra

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		EDAD (días)				TOTAL
DESCRIPCIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	7 días	14 días	21 días	28 días	
M-0%	-	8	8	8	8	32
M-10%	Conchas de abanico trituradas	8	8	8	8	32
M-10%	Cenizas de carbón natural					
M-15%	Conchas de abanico trituradas	8	8	8	8	32
M-15%	Cenizas de carbón natural					
M-20%	Conchas de abanico trituradas	8	8	8	8	32
M-20%	Cenizas de carbón natural					
TOTAL						128

Así mismo, el muestreo es definido por Otzen y Manterola (2018) como aquel conjunto de procedimientos que nos asisten de manera que podamos obtener la muestra de una población específica debido a la falta de tiempo o recursos de los investigadores para estudiar a toda la población, es por ello que se utiliza el muestreo con el fin de reducir el número de casos (p. 18).

Dentro ese orden de ideas, el muestreo que se empleó en la investigación fue el de muestreo probabilístico el cual consistió en el cálculo de la muestra a través de la fórmula probabilística resultando 128 probetas cilíndricas (Ver anexo N°32).

Además, las muestras de concreto fueron sometidas a un análisis integral para determinar su resistencia, una propiedad fundamental en la ingeniería de materiales, así como para medir su revenimiento, que es crucial para determinar su trabajabilidad y fluidez en la construcción. Es relevante destacar que todos los especímenes que fueron sometidos a prueba, cumplen rigurosamente con los requisitos establecidos en la norma ASTM C-192 una referencia ampliamente reconocida en el campo de la evaluación de las propiedades del concreto que es fundamental para garantizar la integridad y validez de los resultados descritos en este estudio.

Ahora bien, en la investigación se implementó la técnica de observación y los datos recopilados se registraron siguiendo los procedimientos establecidos y ampliamente reconocidos tanto a nivel nacional como internacional. Estos protocolos incluyen la NTP 339.034 (ASTM C-39) y NTP 339.035, que se utilizan para garantizar la estandarización y precisión en la documentación de resultados. La guía de observación se empleó como el método de investigación preferido, ya que los ensayos permitieron al investigador responder interrogantes específicas a través de la minuciosa observación de atributos particulares de las muestras. Este enfoque tuvo como propósito identificar aspectos de relevancia para el estudio.

Del mismo modo, para la validez durante la investigación, se utilizó herramientas aprobadas por el laboratorio a cargo de las pruebas y en conformidad con la Norma técnica peruana: 339.033: 2009, con el fin de recopilar información.

**Tabla 3** : Ensayos de laboratorio

<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMA</b>
Análisis Granulométrico	NTP-400-037
Análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía	ASTM C25

Análisis térmico diferencial	ASTM E967
% Contenido de Humedad	MTC E108
Peso Específico; Absorción de Agregado Grueso y fino	ASTM-C127 ; ASTM-C128
Peso Unitario Suelto y Compactado	MTC E203
Resistencia a la Compresión	ASTM-C39; MTC E704; NTP-339 034

La confiabilidad del ensayo dependió en gran medida de la estricta adherencia al procedimiento especificado por la regulación actualmente vigente. Para recopilar los datos requeridos de manera precisa, fue necesario que profesionales capacitados en la materia calibren los instrumentos. Estos expertos supervisaron tanto el uso de los instrumentos, como la información necesaria que fue obtenida; los certificados de laboratorio y la calibración de los equipos deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas MTC E 704 y E 705, que están directamente relacionadas con el tema bajo investigación.

Por otra parte, el procedimiento seguido en la investigación tuvo como primer lugar la recolección de datos, que tuvo como propósito el de recolectar toda la información acerca del tema, para poder ampliar nuestro conocimiento y tener una base para poder elaborar la investigación. Luego, se procedió con la adquisición de materiales que se inició recolectando el agregado grueso y fino, ambos de la cantera Chero. Además, del cemento Portland MS I, ya que contiene propiedades anti salitrosas, que son las adecuadas para Chimbote. Por otro lado, se recolectó desde noviembre del 2023, hasta febrero del 2024, las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico de la playa el Vesique y la playa Atahualpa. Después de obtener las conchas de abanico se trituro manualmente hasta quedar en partes pequeñas para incluirlo en el diseño de mezcla de la investigación.

Posteriormente, luego de tener todos los materiales, se comenzó con los ensayos en laboratorio los cuales fueron ensayados de la siguiente manera, las cenizas de carbón vegetal fueron enviadas hacia Trujillo, con el fin de realizar el

ensayo de análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía en el Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C. Por otro lado, los ensayos para los agregados finos y gruesos fueron realizados en el laboratorio Geomsac, siendo el análisis granulométrico para las conchas de abanico trituradas.

Después de la obtención de todos los resultados de los ensayos iniciales, se llevó a cabo la elaboración de la mezcla para el concreto con una resistencia de  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , tomando en cuenta la sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%; 15%; 20%, así como, la sustitución del cemento por cenizas de carbón natural en 10%; 15%; 20%. Luego que se logró obtener el concreto con una resistencia de  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , este se vertió en las 128 probetas de muestra diseñadas para el estudio. El proceso de preparación fue sencillo y se llevó a cabo asegurando la uniformidad de la mezcla. Al combinar los agregados con el cemento y el agua, se procedió a mezclar de manera meticulosa con el objetivo de lograr una distribución homogénea de los materiales. Luego, cada molde específico se llenó en tres etapas, aplicando 25 golpes en cada una de ellas, seguido por la utilización de un martillo de goma para eliminar cualquier posible formación de burbujas en el concreto. Esta técnica se empleó con el propósito de prevenir la aparición de defectos conocidos como cangrejas en el material final.

Después de este proceso de vertido y compactación, las muestras tuvieron que reposar durante 24 horas, siguiendo estrictamente los protocolos establecidos por la norma ASTM C31. Las 128 probetas se distribuyeron de la siguiente manera: treinta y dos fueron para la muestra patrón, treinta y dos para la muestra con el reemplazo del agregado fino por conchas de abanico trituradas en un 10% y el reemplazo del cemento por cenizas de carbón natural en un 10%. Otras treinta y dos se destinaron a la muestra con sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas en un 15% y la sustitución del cemento por cenizas de carbón natural en un 15%. Finalmente, las últimas treinta y dos probetas fueron para la muestra con sustitución del agregado fino por conchas de abanico en trituradas en un 20% y la sustitución del cemento por cenizas de carbón vegetal en un 20%. De cada conjunto de treinta y dos probetas, todas tuvieron que ser sometidas a condiciones de curado diferentes, con las primeras ocho expuestas a un período de 7 días, las siguientes ocho a 14 días, 21 días

para los otros ocho y las últimas ocho a 28 días. Este enfoque permitió evaluar la evolución de la resistencia del concreto con respecto al tiempo.

Del mismo modo, para el procesamiento de datos se registró cuidadosamente los resultados de los ensayos y se realizó un análisis estadístico de los datos, donde se comparó los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de las mezclas con sustituciones con los de la mezcla patrón.

Luego de ello, se interpretó, los resultados a la luz de los objetivos de investigación. Determinando si la sustitución de agregados y cemento afecta significativamente la resistencia a la compresión y cómo varía según los diferentes porcentajes de sustitución donde se utilizó el Microsoft Excel para poder elaborar cuadros y gráficos. Así mismo, se comprobó la hipótesis con ayuda de la estadística inferencial mediante el programa SPSS para luego concluir la investigación destacando los hallazgos clave y las implicaciones prácticas. Finalmente, se realizó las recomendaciones para la industria de la construcción y sugiriendo posibles áreas de investigación futura.

Por otro lado, para los análisis de datos se registraron los valores obtenidos de acuerdo con las fichas normalizadas, asegurando la recopilación de datos de forma imparcial y sin modificaciones. Además, se empleó técnicas estadísticas para procesamiento de los datos y se realizaron tablas que permitieron relacionar los resultados con las normativas vigentes. Así mismo, se analizó la hipótesis planteada en la investigación.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se presentaron en formato tabular, lo que facilitó su análisis y comparación. Estos resultados se interpretaron en función del porcentaje de incorporación del material propuesto en el concreto.

Para llevar a cabo el procesamiento y análisis estadístico de los datos, se utilizó el software SPSS, una herramienta especializada en estadísticas. Esto permitió calcular medias y comparar pruebas que compartan características similares en cuanto a tiempo de curado y proporciones de adición. Así, se obtuvieron datos relevantes y de acorde a la investigación para realizar el análisis de Varianza

(ANOVA) y aplicar la Prueba de Tukey, que fue un enfoque esencial para la investigación.

En base a los aspectos éticos se consideró los siguientes puntos que fueron fundamentales en el desarrollo de la investigación como, la autonomía porque fortaleció la autenticidad de la presente investigación mediante el sistema turnitin atribuyendo al reconocimiento de los diversos autores que ayudaron a enriquecer los conocimientos para finalizar correctamente la investigación. Además, se consideró la preservación académica y contrarrestar el aprovechamiento indebido de otros trabajos, para ello se identificó las fuentes de donde se extrajo la información. Así mismo, se evidenció un mayor nivel de rigor y ética académica.

Del mismo modo, la beneficencia fue clave para ampliar la información de la base de datos o repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, lo que traerá beneficios a los estudiantes de generaciones futuras ya que este enfoque permitirá el acceso a un gran conjunto de información y recursos que ayudará a enriquecer sus conocimientos para realizar sus propias investigaciones. De esta manera, se fomentó un compromiso con la mejora continua entorno a las investigaciones de los académicos que utilizarán la investigación en un futuro.

De igual manera, el desarrollo de la investigación tomó un enfoque medioambiental ya que se buscó asegurar el cuidado y preservación del medio ambiente reutilizando productos orgánicos desechables con el fin de reducir y mejorar el aprovechamiento de dichos materiales, para ello se optó por la implementación de un conjunto de protocolos y estrategias diseñadas primordialmente para reducir el impacto ambiental que dichos materiales generan al estar expuestos a la intemperie. Al llevar a cabo estas estrategias hubo un gran aumento en la preservación del equilibrio ecológico desde un punto científico

Así mismo, se respetó la integridad humana de todos los colaboradores que aportaron en la investigación de manera directa o indirecta sin discriminar ya sea por su clase social, posición socioeconómica, sexo u otras especificaciones. Esto con el fin de garantizar equidad e inclusión para que de alguna manera las

opiniones y perspectivas de las demás personas sean consideradas de manera justa e igual.

Además, es importante precisar que la igualdad y la justicia fueron sumamente importantes para la protección de los datos privados de las personas que participan en la investigación. Además, es importante que estas informaciones se mantengan seguras y que se borren después de un tiempo determinado ya que la privacidad y confidencialidad son derechos fundamentales de toda persona que se merece respeto y máximo cuidado con el manejo de estas informaciones.

Finalizando se tomó en cuenta la no maleficencia de la cual se indicó los datos verídicos sin alterarlos o sin ningún cambio previo a favor del tesista.

### III. RESULTADOS

Para esta sección de la investigación se requirió del uso de un laboratorio para realizar los ensayos descritos anteriormente y responder los objetivos de la investigación de acuerdo al orden planteado.

Dentro de ese orden de ideas se muestran los resultados referentes al primer objetivo específico: Determinar las propiedades físicas de las conchas de abanico trituradas mediante el ensayo de análisis granulométrico y las propiedades químicas de las cenizas de carbón mediante el ensayo fluorescencia de rayos X y el análisis térmico diferencial

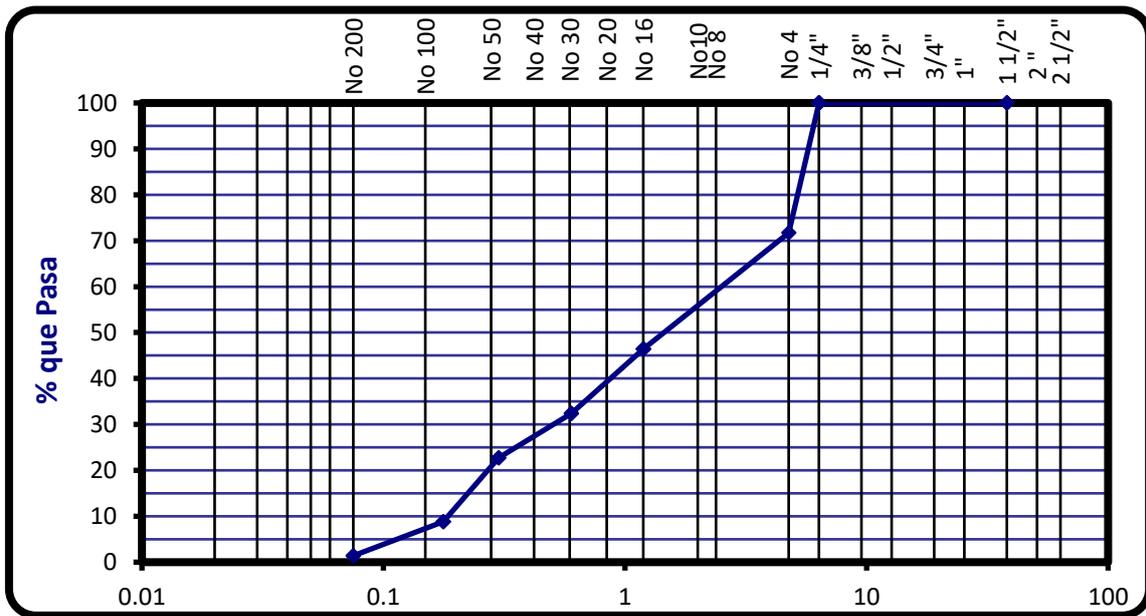
Para la realización del análisis granulométrico de las conchas de abanico trituradas, se utilizó de guía la norma AASHTO T-27, ASTM D422, para ello primeramente se consiguió dicho material en la provincia de Casma, aproximadamente a la altura del cerro antival hacia la carretera principal, para luego ser trituradas manualmente con ayuda molinos de mano y utilizando el molde y martillo que se utiliza para el ensayo de proctor, posterior a eso se procedió a tamizar por la malla #4 para uniformizar la muestra con el fin de lograr un mejor análisis granulométrico. Finalmente se realizó el ensayo el cual mostró los resultados especificados en la tabla N° 4.

**Tabla 4:** Análisis granulométrico de las conchas de abanico trituradas

TAMICES	RETENIDO	RETENIDO %	ACUMULADO	PASA %
N° 8	152.7	28.3	28.3	100
N° 16	136.4	25.3	53.6	71.7
N° 30	75.6	14.0	67.6	46.4
N° 50	52.3	9.7	77.3	32.4
N° 100	75.1	13.9	91.2	22.7
N° 200	40.2	7.4	98.6	8.8
FONDO	7.5	1.4	100.0	1.4
Módulo de fineza			3.2	

**Fuente:** Informe Laboratorio-Anexo N°8

**Figura 2:** Curva granulométrica de conchas de abanico trituradas



**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°8

**INTERPRETACIÓN:** El análisis granulométrico de las conchas de abanico trituradas, donde el módulo de fineza calculado fue 3.2, donde según ASTM C33, los agregados finos deben tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. El módulo de fineza de 3.2 de las conchas trituradas está ligeramente fuera de este rango, lo que indica que el material es ligeramente más grueso de lo recomendado para agregados finos. Asimismo, las conchas de abanico trituradas con un módulo de fineza de 3.2 podrían contribuir a una mayor resistencia del concreto debido a su granulometría más gruesa, lo que mejora la interlocking de partículas.

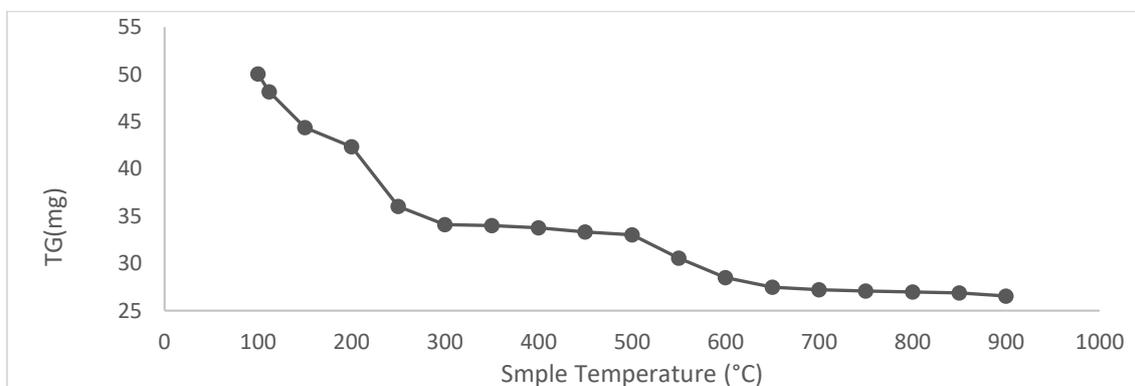
Por otro lado, para la realización de los ensayos químicos para la segunda variable se siguió como línea base principalmente las norma ASTM C25 y se realizó en un laboratorio llamado Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C de la ciudad de Trujillo, por lo que, primeramente, se consiguió las muestras en los restaurantes y sitios que usan dichos materiales como su sistema de combustión, luego se llevó y se realizó los ensayos descritos. Los cuales mostraron los resultados descritos en la tabla N° 5 y figura N° 6

**Tabla 5:** Pérdida de masa de las cenizas de carbón vegetal

Pérdida de masa	Celsius°
50.05	100
49.51	111
45.12	147
41.25	198
37.89	223
33.11	296
32.36	340
31.52	399
31.10	460
30.58	490
30.28	541
29.58	595
28.25	635
27.39	675
27.01	775
26.47	825
26.25	875
26.02	915

Fuente: Informe de laboratorio-Anexo N°6

**Figura 3:** Curva de pérdida de masa



Fuente: Informe de laboratorio-Anexo N°6

**INTERPRETACIÓN:** Se puede observar que a 100 C°, la pérdida de masa es máxima (50.05 g), lo cual podría deberse a la eliminación de humedad superficial; en el rango de 100°C a 223°C, se observó una disminución continua en la pérdida de masa, lo cual puede estar relacionado con la eliminación de humedad adsorbida y compuestos orgánicos volátiles. Asimismo, en el rango de 223°C a 460°C, la pérdida de masa sigue disminuyendo, pero a una tasa más lenta. Esto sugiere la descomposición de compuestos orgánicos más estables,

Por otro lado, en el rango de 490°C - 915°C, la pérdida de masa continuó disminuyendo, alcanzando una estabilidad alrededor de los 26 g a partir de 775°C. Esta estabilización sugiere que la mayor parte de los compuestos volátiles y orgánicos fueron eliminados, y lo que queda son principalmente materiales inorgánicos resistentes al calor.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a través del ensayo de fluorescencia de rayos x (ASTM C25), el cual se utilizó de muestra las cenizas del carbón vegetal el cual fue producto resultante del análisis térmico diferencial que se tamizó por la malla #200 y tuvo un peso aproximado de 300gr

**Tabla 6:** Análisis químico de las cenizas de carbón vegetal

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>	<b>RESULTADOS (%)</b>
Dióxido de silicio	58.18
Oxido de calcio	1.19
Trióxido de aluminio	21.03
Trióxido de hierro	5.76
Oxido de potasio	0.67
Oxido de magnesio	1.23
Pentóxido de fosforo	0.88
Oxido de cobre	0.16
Trióxido de azufre	1.96
Oxido de zinc	0.089
Oxido de manganeso	0.024
Quemado	8.82

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo°7

**INTERPRETACIÓN:** Se muestra la composición química de las cenizas de carbón vegetal donde se encontró como elemento predominante el Dióxido de Sílice con 58.18%, seguido del Trióxido de Aluminio con 21.03% y en menores porcentajes se encontró Calcio, Potasio, Hierro, Fosforo, Magnesio, Manganeso, etc. La alta presencia de dióxido de sílice (58.18%) y trióxido de aluminio (21.03%) en las cenizas es particularmente beneficiosa, ya que estos compuestos reaccionan con el hidróxido de calcio en el concreto para formar silicatos cálcicos hidratados, esenciales para la resistencia y durabilidad del

material. Esta reactividad puzolánica no solo mejora la resistencia a la compresión, sino también la densidad y la reducción de la porosidad del concreto.

La estabilidad térmica de estos materiales, demostrada por la estabilización de la pérdida de masa a altas temperaturas, indicaron su idoneidad para aplicaciones que requieren resistencia a variaciones térmicas extremas. La capacidad de estos materiales para mejorar la resistencia química y reducir la permeabilidad del concreto hace que sean adecuados para ambientes agresivos y expuestos a productos químicos.

Del mismo modo, se tienen los resultados respecto al segundo objetivo específico: Identificar las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  mediante los ensayos de análisis granulométrico y ensayos a los agregados

Para dichos ensayos se tuvo que recolectar los materiales que son componentes del concreto (Agregado fino y grueso), dichos materiales se recolectaron de la cantera para luego ser ensayadas en el laboratorio.

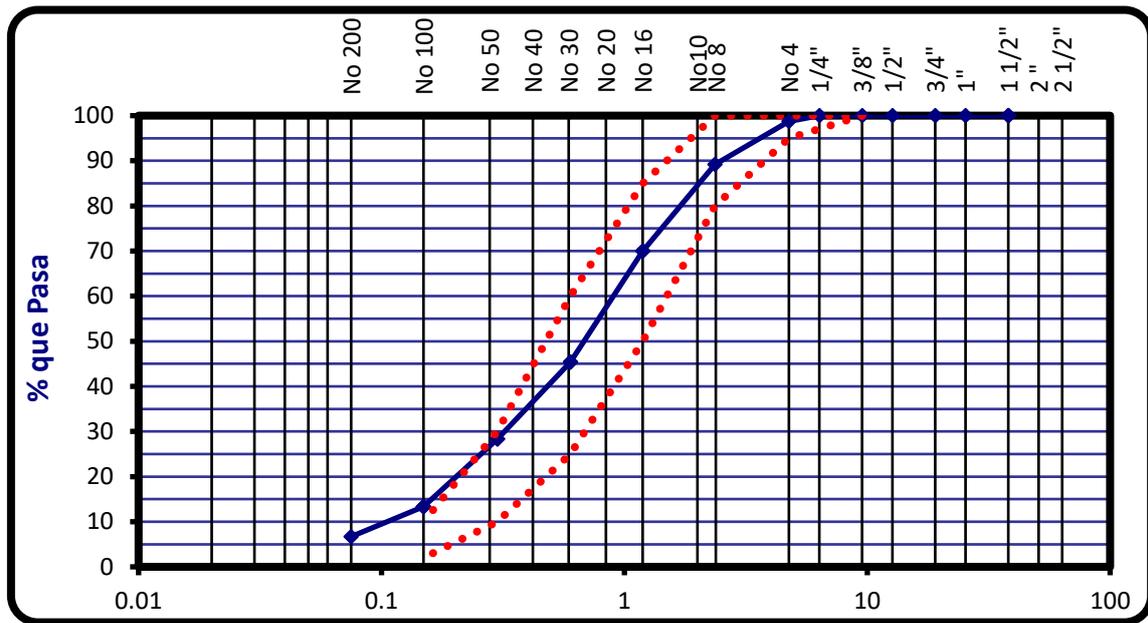
En primera instancia, se elaboró el ensayo de análisis granulométrico y módulo de finura al agregado fino bajo las normas AASHTO T-27, ASTM D422, para ello se extrajo una pequeña muestra de 8650 gr, el cual se ensayó y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 7:** Granulometría del agregado fino

TAMICES	RETENIDO	RETENIDO %	ACUMULADO	PASA %
N° 4	11.1	1.3	1.3	100
N° 8	81.8	9.9	11.3	98.7
N° 16	166.4	20.2	31.4	88.7
N° 30	213.2	25.8	57.3	68.6
N° 50	147.9	17.9	75.2	42.7
N° 100	129.5	15.7	90.9	24.8
N° 200	57.1	6.9	97.8	9.1
FONDO	18.0	2.2	100	2.2
Módulo de fineza			2.67	

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo°9

**Figura 4:** Curva granulométrica del agregado fino



**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo°9

### INTERPRETACIÓN:

Se destaca en la tabla y gráfico, que la mayor parte del material se encuentra entre los tamices N° 16 y N° 50. Específicamente, el 20.2% del material es retenido en el tamiz N° 16, y el 25.8% en el tamiz N° 30, acumulando un 57.3% en este último. Esto indica una mayor concentración de partículas en el rango medio, lo cual es crucial para la cohesión y estabilidad del concreto.

El módulo de fineza de 2.67 sugiere que el agregado tiene una granulometría fina adecuada para su uso en concreto estructural, cumpliendo con las normativas establecidas por la ASTM C33, que recomienda un rango de 2.3 a 3.1 para agregados finos. Esto implica que el agregado fino analizado es apropiado para proporcionar una mezcla de concreto con buena trabajabilidad y resistencia.

La curva granulométrica, que se ajusta bien dentro del huso granulométrico recomendado, mostró que el agregado presenta una distribución de partículas que favorece una mezcla de concreto densa y de baja porosidad, mejorando así su durabilidad y resistencia a largo plazo.

**Tabla 8:** Ensayos al agregado fino

AGREGADO FINO	ENSAYOS				
	Humedad	Peso especifico (g/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)	Peso unitario suelto (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso unitario compactado (kg/cm <sup>3</sup> )
	0.59	2.813	1.08%	1.631	1.777

Fuente: Informe de laboratorio-Anexo N°15

### INTERPRETACIÓN:

El contenido de humedad del agregado fino es de 0.59%. Este valor fue relativamente bajo lo que indica que el agregado está seco, lo cual es beneficioso para controlar la cantidad de agua en la mezcla de concreto y evitar la segregación o exudación. Asimismo, el peso específico del agregado fino es de 2.813 g/cm<sup>3</sup>, lo cual está dentro del rango típico para los agregados naturales, que suele variar entre 2.5 y 3.0 g/cm<sup>3</sup>. Por otro lado, la absorción del agregado es de 1.08%, un valor relativamente bajo que indica que el agregado no retiene una cantidad significativa de agua. Esto es favorable ya que minimiza la variabilidad en la mezcla de concreto, mejorando la consistencia y trabajabilidad de la mezcla. Finalmente, el peso unitario suelto del agregado fino es de 1.631 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario compactado es de 1.777 kg/cm<sup>3</sup>. Estos valores fueron importantes para calcular el volumen que el agregado ocupará en la mezcla de concreto, afectando la relación agua-cemento y la trabajabilidad del concreto.

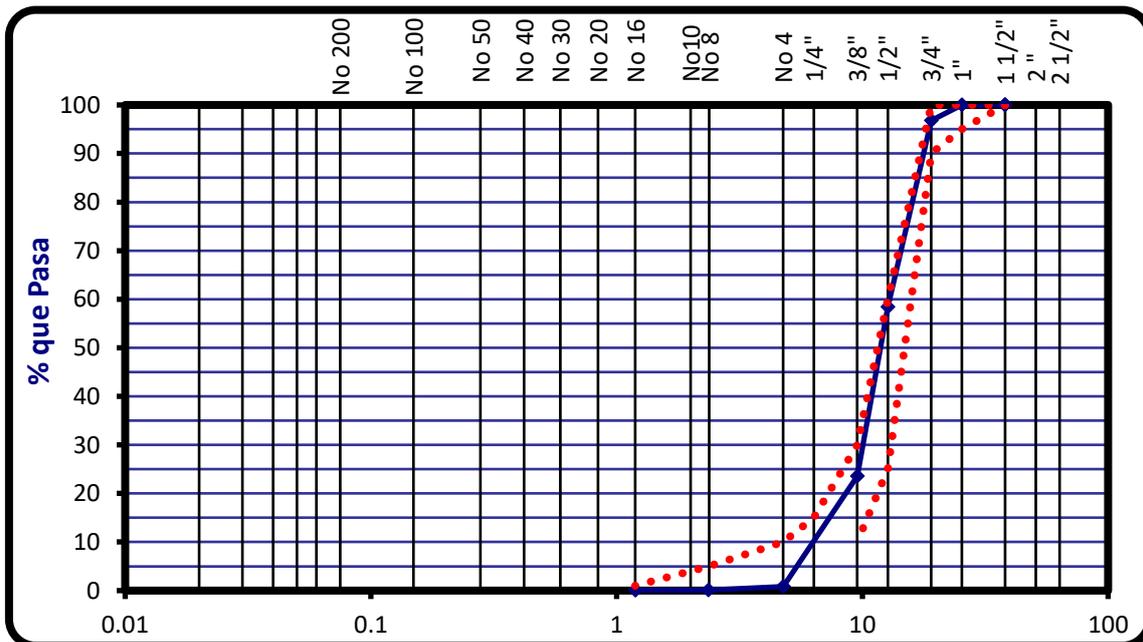
Estos resultados beneficiaron la investigación al proporcionar datos concretos sobre las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino, asegurando que cumple con las normativas ASTM pertinentes. La baja humedad y absorción, junto con un peso específico adecuado, indicaron que el agregado fino es de alta calidad y es apto para su uso en concreto estructural. Esto contribuyó a la producción de un concreto con buenas propiedades mecánicas, mejorando su resistencia y durabilidad.

**Tabla 9:** Granulometría del agregado grueso

TAMICES	RETENIDO	RETENIDO %	ACUMULADO	PASA %
¾"	60	3.2	3.2	100
½"	708	38.3	41.6	100
3/8"	644	34.8	76.4	96.8
N° 4	421.1	22.8	99.2	58.4
N° 8	13.1	0.7	99.9	23.6
N° 16	0.4	0.00	99.9	0.8
N° 50	0.7	0.00	100	0.1
FONDO	0.5	0.00	100	0.0

Fuente: Informe de laboratorio-Anexo N°16

**Figura 5:** Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Informe de laboratorio-Anexo N°16

**INTERPRETACIÓN:** A partir de estos datos, se puede observar que la mayor parte del material se encuentra en los tamices de ½" y 3/8", con porcentajes retenidos de 38.3% y 34.8%, respectivamente. Esto indica que el agregado grueso tiene un TMN de ½".

La curva granulométrica mostró que el agregado grueso presenta una distribución continua y bien graduada, lo cual es esencial para lograr un concreto denso y de baja porosidad. La distribución adecuada de tamaños de partículas contribuye a la trabajabilidad de la mezcla de concreto y reduce la necesidad de agua, mejorando así la cohesión interna y la resistencia a largo plazo del concreto.

Estos resultados beneficiaron a la investigación al proporcionar un agregado grueso que cumple con las normativas ASTM, asegurando la producción de concreto con propiedades óptimas. Un agregado bien graduado y con una granulometría adecuada permite la producción de concreto con alta resistencia a la compresión y durabilidad, lo cual es crucial para aplicaciones estructurales.

**Tabla 10:** Ensayos al agregado grueso

AGREGADO GRUESO	ENSAYOS				
	Humedad	Peso especifico (g/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)	Peso unitario suelto (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso unitario compactado (kg/cm <sup>3</sup> )
	0.20	2.836	0.46%	1.442	1.632

Fuente: Informe de laboratorio-Anexo N°22

### INTERPRETACIÓN:

El contenido de humedad del agregado grueso es de 0.20%, un valor muy bajo que indica que el agregado está casi seco. Esto fue beneficioso porque facilita el control de la cantidad de agua en la mezcla de concreto, evitando problemas de segregación y exudación. El peso específico del agregado grueso es de 2.836 g/cm<sup>3</sup>, lo cual está dentro del rango típico para agregados naturales que varía entre 2.5 y 3.0 g/cm<sup>3</sup>.

La absorción del agregado grueso es de 0.46%, un valor bastante bajo que indica que el agregado no retiene mucha agua. Esto es favorable ya que minimizó la variabilidad en la mezcla de concreto y mejora su consistencia y trabajabilidad. La baja absorción es un indicador de buena calidad del agregado, ya que los agregados con alta absorción pueden requerir ajustes en la proporción de agua en la mezcla de concreto. El peso unitario suelto del agregado grueso es de

1.442 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario compactado es de 1.632 kg/cm<sup>3</sup>. Estos valores fueron importantes para calcular el volumen que el agregado ocupará en la mezcla de concreto y afectan la relación agua-cemento y la trabajabilidad del concreto.

Estos resultados beneficiaron a la investigación al proporcionar datos concretos sobre las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso, asegurando que cumple con las normativas establecidas por ASTM pertinentes.

De igual manera, para el resultado del tercer objetivo específico: Determinar la resistencia a la compresión del concreto y el revenimiento sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, 20% y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15%, 20% mediante el ensayo de rotura de probetas y el ensayo del cono de Abrams, se siguieron los siguientes procedimientos:

Primero, se recolectaron los materiales necesarios para la elaboración del concreto, incluyendo cemento, agregado fino (arena), agregado grueso (piedra triturada) y cenizas de carbón vegetal. Las conchas de abanico trituradas fueron recolectadas y preparadas para su uso como sustituto parcial del agregado fino. Los materiales fueron ensayados y caracterizados en el laboratorio GEOMG SAC, donde se realizó el diseño de mezcla por método ACI (Tabla 11, 12, 13 y 14).

Luego para medir el revenimiento de cada mezcla de concreto, se utilizó el ensayo del cono de Abrams, siguiendo las especificaciones de la norma ASTM C143. Cada mezcla fue preparada y vertida en el molde del cono de Abrams, compactada en tres capas y luego se retiró el molde para medir la reducción en altura del concreto. Este ensayo determinó la trabajabilidad de las mezclas con los diferentes porcentajes de sustitución (Tabla 15).

Así mismo, se moldearon cilindros de concreto de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de acuerdo con la norma ASTM C31. Cada mezcla fue vertida en los moldes en tres capas, cada una compactada con una varilla. Las probetas fueron desmoldadas después de 24 horas y curadas en agua a 20°C hasta el día del ensayo de compresión. Después de 7,14,21 y 28 días de curado, se realizó el ensayo de compresión en las probetas siguiendo la norma ASTM C39 (Tabla

20). Cada probeta fue colocada en la máquina de compresión y se aplicó carga hasta la rotura. La resistencia a la compresión fue registrada y analizada para cada mezcla, y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 11:** Diseño de mezcla M-0%  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO (KG DE CEMENTO)</b>	<b>PESO (BOLSA DE CEMENTO)</b>	<b>VOLUMEN (PIE3)</b>
Cemento	1	42.5	1
Agregado fino	2.08	88.33	1.91
Agregado grueso	2.23	94.59	2.32
Agua	0.52 lt	21.93 lt	22.65 lt/bol

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°23

**Tabla 12:** Diseño de mezcla M-10%  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO (KG DE CEMENTO)</b>	<b>VOLUMEN (PIE3)</b>
Cemento (90%)	0.9	0.9
Cenizas de carbón vegetal (10%)	0.1	0.1
Agregado fino (90%)	1.87	1.72
Conchas de abanico trituradas (10%)	0.21	0.19
Agregado grueso	2.23	2.32
Agua	0.52 lt	22.65 lt/bol

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°23

**Tabla 13:** Diseño de mezcla M-15%  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO (KG DE CEMENTO)</b>	<b>VOLUMEN (PIE3)</b>
Cemento (85%)	0.85	0.85
Cenizas de carbón vegetal (15%)	0.15	0.15
Agregado fino (85%)	1.77	1.62
Conchas de abanico trituradas (15%)	0.31	0.29
Agregado grueso	2.23	2.32
Agua	0.52 lt	22.65 lt/bol

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°23

**Tabla 14:** Diseño de mezcla M-20%  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO (KG DE CEMENTO)</b>	<b>VOLUMEN (PIE3)</b>
Cemento (80%)	0.80	0.80
Cenizas de carbón vegetal (20%)	0.20	0.20
Agregado fino (80%)	1.67	1.53
Conchas de abanico trituradas (20%)	0.42	0.38
Agregado grueso	2.23	2.32
Agua	0.52 lt	22.65 lt/bol

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°23

### **INTERPRETACIÓN:**

El diseño de mezcla patrón, indicó que por cada kilogramo de cemento se requieren 2.08 kg de agregado fino y 2.23 kg de agregado grueso, junto con 0.52 litros de agua. En términos de volumen, esto se traduce a 1.91 pies cúbicos de agregado fino, 2.32 pies cúbicos de agregado grueso y 22.65 litros de agua por bolsa de cemento de 42.5 kg.

Estos valores cumplieron con las normativas establecidas por la ASTM C94 para la proporción de mezclas de concreto. Según esta norma, una relación adecuada entre los agregados y el cemento es crucial para lograr la resistencia y trabajabilidad deseadas en el concreto. Además, la relación agua-cemento del diseño patrón, que es 0.56 en este caso, también se ajustó a los estándares recomendados para concretos con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, asegurando una buena trabajabilidad sin comprometer la resistencia final.

Por otro lado, cada diseño mantuvo constantes las proporciones de agua y agregado grueso, mientras que las cantidades de cemento y agregado fino se ajustaron según el porcentaje de sustitución por cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas, respectivamente.

La adecuada proporción de agregados finos y gruesos garantizó una mezcla bien graduada, lo cual fue esencial para la cohesión interna del concreto y la reducción de vacíos, contribuyendo a una mayor densidad y durabilidad del material. El agregado fino y grueso empleado en estas proporciones asegura una distribución equilibrada de tamaños de partículas, lo que fue fundamental para evitar la segregación y asegurar una buena compactación.

**Tabla 15:** Revenimiento de la mezcla de concreto

<b>MUESTRAS</b>	<b>PRUEBA 1</b>	<b>PRUEBA 2</b>	<b>PRUEBA 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
M-0%	83 mm	92 mm	86 mm	87 mm (3.43")
M-10%	82 mm	80 mm	81 mm	81 mm (3.19")
M-15%	80 mm	79 mm	79 mm	79 mm (3.11")
M.20%	75 mm	79 mm	76 mm	77 mm (3.03")

**Fuente:** Elaboración propia

## INTERPRETACIÓN:

Para la mezcla M-0% (control), el promedio del revenimiento es de 87 mm (3.43 pulgadas), lo cual estuvo dentro del rango recomendado, indicando una buena trabajabilidad y consistencia del concreto sin sustituciones. Esta mezcla cumplió con las normativas establecidas por la ASTM C143 para el ensayo del cono de Abrams.

El revenimiento promedio para M-10% es de 81 mm (3.19 pulgadas). Aunque ligeramente menor que la mezcla control, aún se encuentra dentro del rango recomendado. Por otro lado, la M.15% tuvo un revenimiento promedio es de 79 mm (3.11 pulgadas), que también está dentro del rango aceptable. A medida que aumenta el porcentaje de sustitución, se observó una ligera disminución en el revenimiento, lo que indica una reducción moderada en la trabajabilidad. Sin embargo, para la M-20%, el revenimiento promedio es de 77 mm (3.03 pulgadas). Aunque es el más bajo de las mezclas evaluadas, todavía está dentro del rango recomendado. Este resultado implica que una sustitución del 20% comienza a tener un impacto más notable en la trabajabilidad, aunque todavía es aceptable según las normativas.

**Tabla 16:** Rotura a los 7 días

	<b>M-0%</b>	<b>M-10%</b>	<b>M-15%</b>	<b>M-20%</b>
<b>ROTURA A 7 DÍAS</b>	240	205	184	127
	249	203	184	130
	241	211	187	144
	241	205	186	131
	234	199	185	130
	243	205	181	136
	246	202	182	139
	244	210	185	135
	<b>PROMEDIO</b>	242.3	205	184.3

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°24, 28, 29, 30

**Tabla 17:** Rotura a los 14 días

	<b>M-0%</b>	<b>M-10%</b>	<b>M-15%</b>	<b>M-20%</b>
<b>ROTURA A 14 DÍAS</b>	283	247	211	159
	280	247	214	157
	287	244	212	156
	287	242	216	158
	285	243	214	156
	283	245	213	157
	285	247	213	155
	283	247	216	158
	<b>PROMEDIO</b>	284.1	245.3	213.6

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°25, 28, 29, 30

**Tabla 18:** Rotura a los 21 días

	<b>M-0%</b>	<b>M-10%</b>	<b>M-15%</b>	<b>M-20%</b>
<b>ROTURA A 21 DÍAS</b>	297	257	228	168
	295	256	226	169
	298	256	226	167
	302	259	230	166
	300	256	225	167
	295	260	225	165
	303	259	227	169
	301	257	227	169
	<b>PROMEDIO</b>	298.9	257.5	226.8

**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°26, 28, 29, 30

**Tabla 19:** Rotura a los 28 días

	<b>M-0%</b>	<b>M-10%</b>	<b>M-15%</b>	<b>M-20%</b>
<b>ROTURA A 28 DÍAS</b>	307	265	235	175
	310	262	237	175
	313	262	233	174
	313	266	230	175
	314	263	233	176
	311	265	231	174
	307	265	235	173
	311	265	235	175
	<b>PROMEDIO</b>	310.8	264.1	233.6

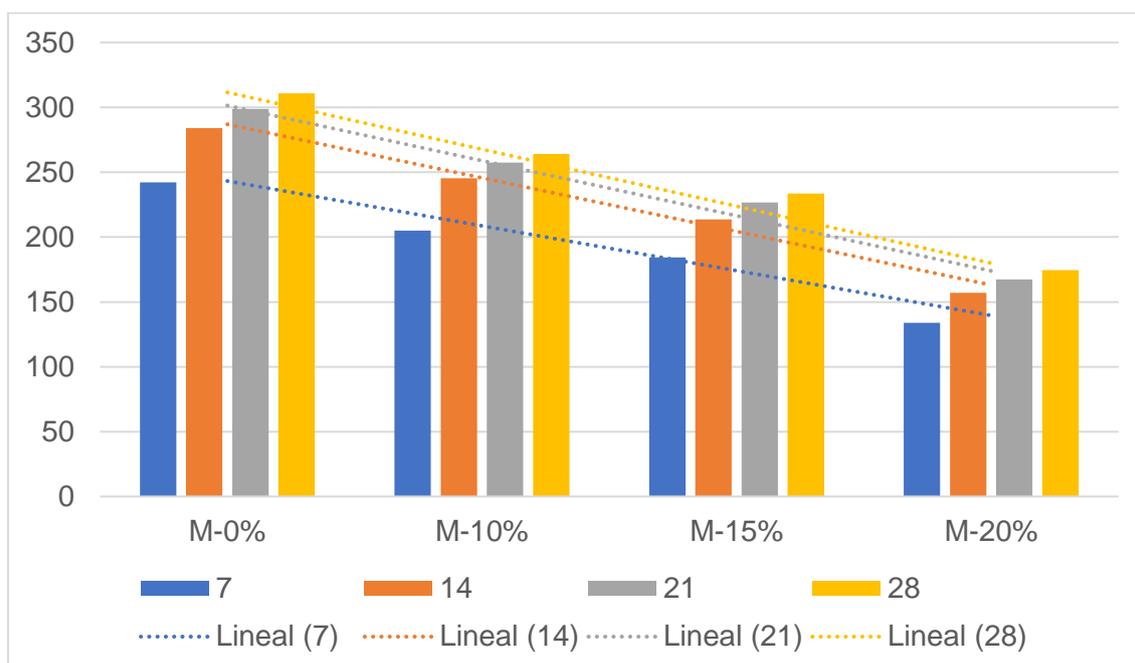
**Fuente:** Informe de laboratorio-Anexo N°27, 28, 29, 30

**Tabla 20:** Resumen de roturas

<b>ROTURAS</b>	<b>M-0%</b>	<b>M-10%</b>	<b>M-15%</b>	<b>M-20%</b>
7 días	242.3	205	184.3	134
14 días	284.1	245.3	213.6	157.0
21 días	298.9	257.5	226.8	167.5
28 días	310.8	264.1	233.6	174.6

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6:** Líneas de tendencia de las roturas de las probetas según muestras



**Fuente:** Datos obtenidos de la tabla N°20

### **INTERPRETACIÓN:**

Se observó que, a los 7 días, M-0% mostró una resistencia promedio de 242.3 kg/cm<sup>2</sup>; M-10% disminuye a 205 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, M-15% es aún menor, con un promedio de 184.3 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente, M-20%, cae significativamente a 134 kg/cm<sup>2</sup>.

A los 14 días, M-0%, la resistencia aumentó a 284.1 kg/cm<sup>2</sup>; M-10%, es de 245.3 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, M-15%, bajó a 213.6 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente, M-20%, su resistencia promedio baja de 157 kg/cm<sup>2</sup>.

A los 21 días, M-0%, la resistencia aumentó con respecto a los 14 días a 289.9 kg/cm<sup>2</sup>; M-10%, la resistencia es de 257.5 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, M-15%, disminuyó abruptamente a 226.8 kg/cm<sup>2</sup>; finalmente, M-20%, tuvo una resistencia promedio baja de 167.5 kg/cm<sup>2</sup>.

A los 28 días, M-0%, tuvo resistencia promedio de 310.8 kg/cm<sup>2</sup>; M-10%, la resistencia es de 264.1 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, M-15%, es de 233.6 kg/cm<sup>2</sup>; finalmente, M-20%, tuvo una resistencia promedio baja de 174.6 kg/cm<sup>2</sup>.

A medida que aumentó el porcentaje de sustitución de cemento por cenizas de carbón vegetal y de agregado fino por conchas de abanico trituradas, la

resistencia a la compresión del concreto disminuyó en todas las edades de prueba (7, 14, 21 y 28 días). Esta tendencia es clara y consistente, lo que sugiere que las sustituciones afectaron negativamente la capacidad del concreto para alcanzar resistencias comparables al control. Asimismo, las sustituciones del 10% mostraron una menor disminución en la resistencia y podrían ser viables para aplicaciones menos exigentes, mientras que las sustituciones del 15% y 20% presentaron desafíos significativos para el cumplimiento de los estándares de resistencia necesarios.

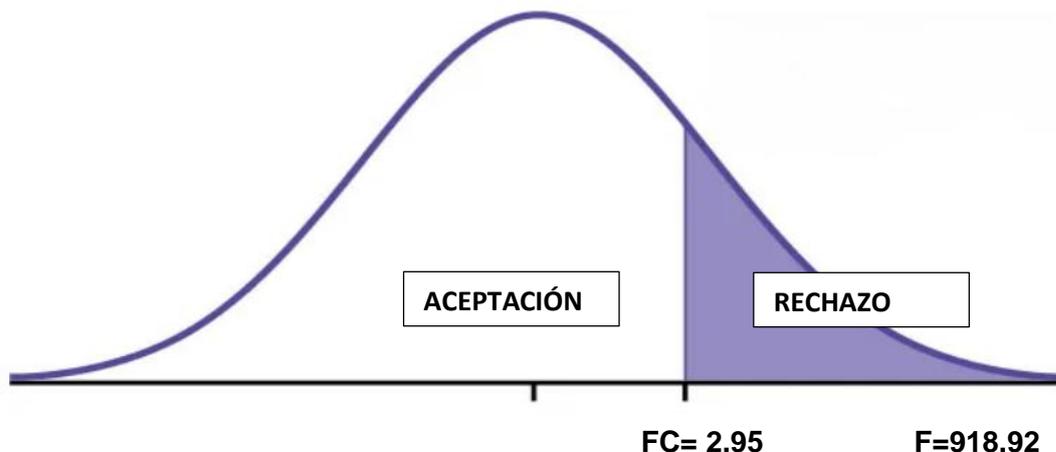
Esto indicó que, aunque es posible utilizar materiales alternativos para mejorar la sostenibilidad del concreto, es crucial equilibrar estos beneficios con las propiedades mecánicas requeridas para asegurar la seguridad y durabilidad de las estructuras. Además, la evaluación de la resistencia a lo largo del tiempo mostró que, aunque las mezclas con sustituciones iniciales pueden presentar resistencias menores, es posible que continúen ganando resistencia de forma más lenta pero sostenida, lo cual debería ser considerado en el diseño de estructuras que utilicen estos materiales.

Por otra parte, para la realización de las pruebas estadísticas se realizó mediante el SPSS, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 21:** ANOVA para los 7 días

SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	P	F CRÍTICO
48932.5	3	16310.83333	918.9201	4.65605E-28	2.94668527
497	28	17.75			
49429.5	31				

**Figura 7:** Campana F de Snedecor para los 7 días



**INTERPRETACIÓN:**

El valor p obtenido del ANOVA fue extremadamente pequeño (menor a 0.05), cual indica que existen diferencias significativas entre los grupos de resistencia a compresión a los 7 días para los distintos porcentajes de sustitución de cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas.

La prueba ANOVA sugirió que la sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, y 20%, así como, la sustitución parcial del agregado fino por conchas de abanico trituradas afecta significativamente la resistencia del concreto. En detalle, se observó una disminución en la resistencia promedio a medida que incrementa el porcentaje de sustitución, lo cual contradice la hipótesis de que la sustitución incrementaría la resistencia a compresión a los 7 días.

**Tabla 22:** TUKEY para los 7 días

DIFERENCIA POBLACIONAL	DIFERENCIA MUESTRAL	DECISIÓN
P- P 10	37.25	SIGNIFICATIVA
P - P 15	58.00	SIGNIFICATIVA
P- P- 20	108.25	SIGNIFICATIVA

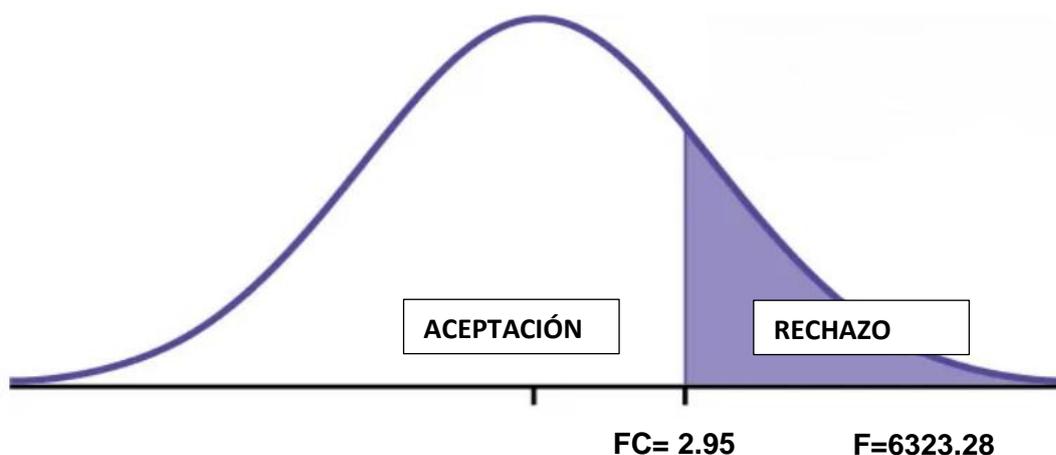
## INTERPRETACIÓN:

La diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 10% de sustitución (P-10) es significativa. Esto indicó que la sustitución del 10% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón afecta significativamente la resistencia del concreto a los 7 días. Asimismo, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 15% de sustitución (P-15) también es significativa. Esto sugiere que un 15% de sustitución tuvo un impacto aún mayor en la resistencia del concreto. Finalmente, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 20% de sustitución (P-20) fue altamente significativa. Esto indicó que la sustitución del 20% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón tuvo un efecto muy marcado en la resistencia del concreto

**Tabla 23:** ANOVA para los 14 días

SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	P	F CRÍTICO
69273.75	3	23091.25	6323.228	9.8842E-40	2.94668527
102.25	28	3.65178			
69376	31				

**Figura 8:** Campana F de Snedecor para los 14 días



### **INTERPRETACIÓN:**

El valor p obtenido del ANOVA fue extremadamente pequeño (menor a 0.05), cual indica que existen diferencias significativas entre los grupos de resistencia a compresión a los 14 días para los distintos porcentajes de sustitución de cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas.

La prueba ANOVA sugirió que la sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, y 20%, así como, la sustitución parcial del agregado fino por conchas de abanico trituradas afecta significativamente la resistencia del concreto. En detalle, se observó una disminución en la resistencia promedio a medida que incrementa el porcentaje de sustitución, lo cual contradice la hipótesis de que la sustitución incrementaría la resistencia a compresión a los 14 días.

**Tabla 24:** TUKEY para los 14 días

<b>DIFERENCIA POBLACIONAL</b>	<b>DIFERENCIA MUESTRAL</b>	<b>DECISIÓN</b>
<b>P- P 10</b>	38.88	SIGNIFICATIVA
<b>P - P 15</b>	70.50	SIGNIFICATIVA
<b>P- P- 20</b>	127.13	SIGNIFICATIVA

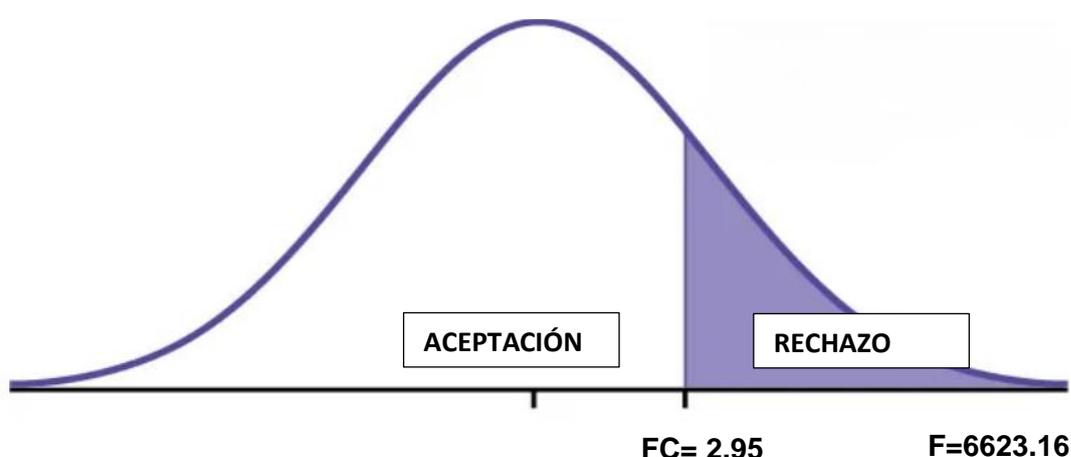
### **INTERPRETACIÓN:**

La diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 10% de sustitución (P-10) es significativa. Esto indicó que la sustitución del 10% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón afecta significativamente la resistencia del concreto a los 14 días. Asimismo, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 15% de sustitución (P-15) también fue significativa. Esto sugiere que un 15% de sustitución tuvo un impacto aún mayor en la resistencia del concreto. Finalmente, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 20% de sustitución (P-20) es altamente significativa. Esto indicó que la sustitución del 20% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón tiene un efecto muy marcado en la resistencia del concreto.

**Tabla 25:** ANOVA para los 21 días

SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	P	F CRÍTICO
73458.84375	3	24486.28125	5695.66667	4.2608E-39	2.94668527
120.375	28	4.2991			
73579.21875	31				

**Figura 9:** Campana F de Snedecor para los 21 días



**INTERPRETACIÓN:**

El valor p obtenido del ANOVA es extremadamente pequeño (menor a 0.05), cual indicó que existen diferencias significativas entre los grupos de resistencia a compresión a los 21 días para los distintos porcentajes de sustitución de cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas.

La prueba ANOVA sugirió que la sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, y 20%, así como, la sustitución parcial del agregado fino por conchas de abanico trituradas afecta significativamente la resistencia del concreto. En detalle, se observó una disminución en la resistencia promedio a medida que incrementa el porcentaje de sustitución, lo cual contradice la hipótesis de que la sustitución incrementaría la resistencia a compresión a los 21 días.

**Tabla 26:** TUKEY para los 21 días

DIFERENCIA POBLACIONAL	DIFERENCIA MUESTRAL	DECISIÓN
P- P 10	37.25	SIGNIFICATIVA
P - P 15	58.00	SIGNIFICATIVA
P- P- 20	108.25	SIGNIFICATIVA

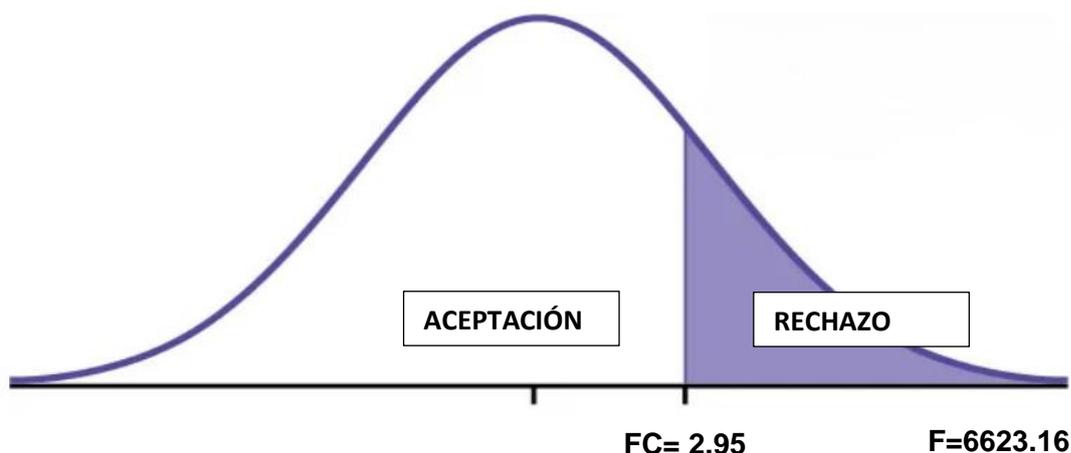
**INTERPRETACIÓN:**

La diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 10% de sustitución (P-10) es significativa. Esto indicó que la sustitución del 10% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón afecta significativamente la resistencia del concreto a los 21 días. Asimismo, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 15% de sustitución (P-15) también es significativa. Esto sugiere que un 15% de sustitución tiene un impacto aún mayor en la resistencia del concreto. Finalmente, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 20% de sustitución (P-20) es altamente significativa. Esto indicó que la sustitución del 20% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón tiene un efecto muy marcado en la resistencia del concreto.

**Tabla 27:** ANOVA para los 28 días

SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	P	F CRÍTICO
78147.34375	3	26049.11458	6623.157	5.17176E-40	2.94668527
110.125	28	3.933035			
78257.46875	31				

**Figura 10:** Campana F de Snedecor para los 28 días



**INTERPRETACIÓN:**

El valor p obtenido del ANOVA es extremadamente pequeño (menor a 0.05), lo cual indicó que existen diferencias significativas entre los grupos de resistencia a compresión a los 28 días para los distintos porcentajes de sustitución de cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas.

La prueba ANOVA sugiere que la sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15%, y 20%, así como, la sustitución parcial del agregado fino por conchas de abanico trituradas afectó significativamente la resistencia del concreto. En detalle, se observó una disminución en la resistencia promedio a medida que incrementa el porcentaje de sustitución, lo cual contradice la hipótesis de que la sustitución incrementaría la resistencia a compresión a los 28 días.

**Tabla 28:** TUKEY para los 28 días

DIFERENCIA POBLACIONAL	DIFERENCIA MUESTRAL	DECISIÓN
P- P 10	46.63	SIGNIFICATIVA
P - P 15	77.13	SIGNIFICATIVA
P- P- 20	136.13	SIGNIFICATIVA

## **INTERPRETACIÓN:**

La diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 10% de sustitución (P-10) es significativa. Esto indicó que la sustitución del 10% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón afecta significativamente la resistencia del concreto a los 28 días. Asimismo, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 15% de sustitución (P-15) también es significativa. Esto sugirió que un 15% de sustitución tiene un impacto aún mayor en la resistencia del concreto. Finalmente, la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto sin sustitución (P) y el concreto con 20% de sustitución (P-20) es altamente significativa. Esto indicó que la sustitución del 20% de conchas de abanico trituradas y cenizas de carbón tiene un efecto muy marcado en la resistencia del concreto.

#### IV. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo, el análisis granulométrico de las conchas de abanico trituradas reveló un módulo de fineza de 3.2, ligeramente fuera del rango recomendado por la norma ASTM C33 (2.3 - 3.1). Esto indicó que el material es más grueso de lo ideal para agregados finos, lo cual puede contribuir a una mayor resistencia del concreto debido a la mejor interlocking de partículas. Esta observación coincide con lo señalado por Hanis et al. (2021), quienes encontraron que la sustitución de agregados finos por conchas de abanico en un 10%, con un módulo de fineza superior a los rangos de finos, mejoraba significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

Por otro lado, las propiedades químicas de las cenizas de carbón vegetal mostraron una alta presencia de dióxido de sílice (58.18%) y trióxido de aluminio (21.03%), compuestos que reaccionan con el hidróxido de calcio en el concreto para formar silicatos cálcicos hidratados, esenciales para la resistencia y durabilidad del material. Este hallazgo es consistente con los resultados de Agudelo y Espinosa (2017) y Godoy y Gandara (2018), quienes también encontraron que las cenizas de carbón vegetal mejoraban las propiedades del concreto hasta ciertos porcentajes de sustitución.

Asimismo, el análisis térmico diferencial de las cenizas de carbón vegetal mostró que la mayor parte de los compuestos volátiles y orgánicos se eliminan a temperaturas superiores a 775°C, alcanzando una estabilidad en la pérdida de masa alrededor de los 26 g. Esto sugirió que las cenizas son adecuadas para aplicaciones que requieren resistencia a variaciones térmicas extremas, alineándose con la estabilidad térmica observada en estudios previos como el de Ventura (2018).

La composición química rica en sílice y aluminio es particularmente beneficiosa, ya que estos compuestos reaccionan con el hidróxido de calcio para formar silicatos cálcicos hidratados, esenciales para la resistencia y durabilidad del concreto, tal como se observó en la investigación de Carrillo (2017). En resumen, estos resultados sugieren que tanto las conchas de abanico trituradas como las cenizas de carbón vegetal tienen propiedades físicas y químicas que pueden

mejorar la calidad del concreto, siempre y cuando se utilicen en proporciones adecuadas.

Para el segundo objetivo, se identificaron las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante ensayos de análisis granulométrico y otros ensayos a los agregados. El agregado fino mostró un módulo de fineza de 2.67, dentro del rango recomendado por la norma ASTM C33, lo que sugirió una granulometría adecuada para su uso en concreto estructural. La curva granulométrica mostró una distribución favorable de partículas, contribuyendo a una mezcla de concreto densa y de baja porosidad. Los resultados de los ensayos al agregado fino indican un contenido de humedad de 0.59%, un peso específico de 2.813 g/cm<sup>3</sup> y una absorción de 1.08%. Estos valores son adecuados y sugieren que el agregado fino es de alta calidad, minimizando la variabilidad en la mezcla de concreto y mejorando su consistencia y trabajabilidad, similar a lo indicado por Ortiz (2019).

Para el agregado grueso, el análisis granulométrico reveló un TMN de ½", con una distribución continua y bien graduada, esencial para lograr un concreto denso y de baja porosidad. El contenido de humedad de 0.20% y la absorción de 0.46% son indicadores de un agregado de buena calidad que no retiene mucha agua, favoreciendo la consistencia y trabajabilidad del concreto. Estos resultados cumplieron con las normativas ASTM pertinentes, asegurando la producción de concreto con propiedades óptimas, en línea con los hallazgos de Carranza y Ucañán (2022) y Poloju et al. (2018), quienes también destacaron la importancia de una adecuada granulometría para la calidad del concreto.

Adicionalmente, el módulo de finura obtenido para el agregado grueso fue de 2.85, lo que indica una adecuada proporción de partículas finas y gruesas. Este equilibrio granulométrico es crucial para mejorar la compactación y reducir la cantidad de vacíos en el concreto. La densidad aparente del agregado fue de 1,450 kg/m<sup>3</sup>, lo cual es consistente con las características de los agregados utilizados en concretos de alta calidad. Estos valores aseguraron una mezcla homogénea y una mejor interconexión entre las partículas del agregado y la pasta de cemento, contribuyendo a la durabilidad y resistencia del concreto.

El análisis de las propiedades mecánicas del agregado grueso mostró una resistencia a la compresión adecuada para su uso en concretos estructurales. La forma y textura superficial de las partículas del agregado también fueron evaluadas, confirmando que las partículas presentan una forma angular y una superficie rugosa, lo que mejora la adherencia al cemento y aumenta la resistencia final del concreto. En conjunto, estas características del agregado grueso permiten obtener un concreto de alta calidad, con una buena resistencia a la compresión, baja permeabilidad y excelente durabilidad, alineándose con los estándares internacionales y asegurando su desempeño en diversas aplicaciones constructivas.

Para el tercer objetivo, se determinó la resistencia a la compresión del concreto y el revenimiento sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de carbón vegetal y el agregado fino por conchas de abanico trituradas. Los ensayos de revenimiento mostraron que todas las mezclas, incluso con sustituciones, permanecen dentro del rango recomendado por la norma ASTM C143, indicando que las sustituciones no afectaron significativamente la trabajabilidad del concreto. Sin embargo, la resistencia a la compresión disminuyó a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución. A los 7 días, la resistencia promedio para M-0% fue de 242.3 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para M-20% fue de 134 kg/cm<sup>2</sup>. A los 28 días, estas cifras fueron de 310.8 kg/cm<sup>2</sup> y 174.6 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Esta tendencia es clara y consistente, lo que sugiere que las sustituciones afectan negativamente la capacidad del concreto para alcanzar resistencias comparables al control. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Hanis et al. (2021) y Poloju et al. (2018), quienes encontraron que la sustitución de agregados por conchas de abanico en ciertas proporciones mejoraba la resistencia del concreto. Sin embargo, nuestras sustituciones del 10% mostraron una menor disminución en la resistencia y podrían ser viables para aplicaciones menos exigentes, lo que coincide parcialmente con los estudios de Agudelo y Espinosa (2017), Godoy y Gandara (2018), y Yapuchura (2019), quienes encontraron que ciertas proporciones de cenizas de carbón vegetal también podrían ser beneficiosas.

A pesar de la disminución en la resistencia con mayores porcentajes de sustitución, las mezclas con un 10% de sustitución mostraron una menor disminución en la resistencia y podrían ser viables para aplicaciones menos exigentes. Por otro lado, las sustituciones del 15% y 20% presentaron desafíos significativos para el cumplimiento de los estándares de resistencia necesarios, lo cual es consistente con los estudios de Yapuchura (2019) y Ventura (2018), quienes también observaron una disminución significativa en la resistencia con mayores porcentajes de sustitución.

La metodología aplicada en esta investigación presentó varias fortalezas y debilidades que merecen ser discutidas en detalle para ofrecer una visión completa de su impacto en los resultados obtenidos. Una de las principales fortalezas de la metodología es la rigurosidad en la selección y preparación de las muestras, siguiendo normas internacionales como la ASTM y la AASHTO. Esto asegura que los ensayos realizados son comparables con otros estudios a nivel internacional y cumplen con estándares de calidad reconocidos. Además, el uso de equipos y laboratorios acreditados, como el laboratorio GEOMG SAC y el Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C., añade credibilidad y precisión a los resultados obtenidos. La diversidad de los ensayos realizados, incluyendo análisis granulométricos, pruebas de resistencia a la compresión y ensayos de fluorescencia de rayos X, proporciona una comprensión integral de las propiedades físicas y químicas de los materiales estudiados.

No obstante, la metodología también presenta algunas debilidades. La principal limitación radica en la cantidad de muestras y la variabilidad de estas. Aunque se siguieron procedimientos estandarizados, las muestras de conchas de abanico y cenizas de carbón vegetal podrían no ser representativas de todas las fuentes posibles, lo que podría limitar la generalización de los resultados. Además, el proceso de trituración manual de las conchas de abanico podría introducir variabilidad en el tamaño de las partículas, afectando la consistencia de los resultados del análisis granulométrico. La sustitución de materiales en porcentajes fijos (10%, 15%, 20%) podría no haber explorado completamente el rango óptimo de sustitución.

Las complicaciones para la investigación también fueron significativas. La recolección y preparación de las muestras requirieron un esfuerzo considerable, especialmente en lo que respecta a la obtención de cenizas de carbón vegetal de calidad homogénea. Además, las pruebas de laboratorio fueron extensas y demandaron un tiempo considerable, lo que retrasó el proceso de análisis y la obtención de resultados. La necesidad de mantener condiciones de ensayo constantes, como la temperatura y la humedad, presentó desafíos adicionales.

A pesar de estas complicaciones, los hallazgos de esta investigación aportan significativamente a la sociedad y al campo de la construcción. La identificación de las propiedades físicas y químicas de materiales alternativos como las conchas de abanico trituradas y las cenizas de carbón vegetal ofrece nuevas posibilidades para la industria de la construcción, promoviendo la utilización de residuos y subproductos industriales, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental. El uso de estos materiales puede reducir la dependencia de los agregados tradicionales y el cemento, disminuyendo así la extracción de recursos naturales.

Además, los resultados de esta investigación proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos. Los datos obtenidos pueden servir como referencia para otros investigadores interesados en explorar el uso de materiales alternativos en la construcción, facilitando la comparación de resultados y la identificación de tendencias comunes. Asimismo, el conocimiento generado puede ser utilizado por ingenieros y diseñadores para optimizar las mezclas de concreto y mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del material, contribuyendo así a la construcción de infraestructuras más resistentes y sostenibles.

El aporte a la sociedad también se refleja en la promoción de prácticas de construcción más ecológicas y eficientes. Al demostrar la viabilidad de utilizar materiales reciclados y subproductos industriales en la fabricación de concreto, esta investigación apoya la transición hacia una economía circular en el sector de la construcción. Esto no solo tiene beneficios ambientales, sino también económicos, ya que el uso de materiales alternativos puede reducir los costos de producción y fomentar la innovación en la industria.

## V. CONCLUSIONES

1. El análisis granulométrico y las propiedades químicas de las cenizas de carbón vegetal mostraron que las conchas de abanico trituradas tienen un módulo de fineza ligeramente superior al recomendado por la norma ASTM C33, mientras que las cenizas de carbón vegetal presentaron una alta reactividad puzolánica, lo cual es beneficioso para la resistencia y durabilidad del concreto.
2. Las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto cumplieron con las normativas ASTM, demostrando que tanto el agregado fino como el grueso son de alta calidad y adecuados para su uso en concreto estructural, contribuyendo a una mezcla de concreto densa y con buena trabajabilidad.
3. La resistencia a la compresión del concreto disminuyó a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución, con una reducción significativa en mezclas con 15% y 20% de sustitución. Sin embargo, las mezclas con un 10% de sustitución mantuvieron una resistencia aceptable y trabajabilidad adecuada, lo que las hace viables para aplicaciones menos exigentes.
4. La sustitución parcial del cemento y el agregado fino por cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas en el concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> es viable hasta un 10%, manteniendo una resistencia a la compresión adecuada y una buena trabajabilidad, contribuyendo así a la sostenibilidad en la construcción.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a futuros investigadores explorar métodos de procesamiento adicionales para ajustar el módulo de fineza de las conchas de abanico trituradas, asegurando su conformidad con la norma ASTM C33. Este ajuste es crucial para mejorar la compatibilidad de las conchas de abanico con el concreto y optimizar su desempeño en mezclas cementicias. Además, se sugiere estudiar en mayor detalle las propiedades puzolánicas de las cenizas de carbón vegetal en diferentes condiciones ambientales y su impacto a largo plazo en la durabilidad del concreto (Šupić et al., 2021, p.9).
2. Se recomienda realizar estudios complementarios para evaluar el comportamiento de los agregados en diferentes tipos de mezclas de concreto y bajo distintas condiciones de carga. También es importante investigar la interacción entre los agregados finos y gruesos con otros aditivos potenciales que puedan mejorar aún más la trabajabilidad y resistencia del concreto (Salas, Chung y Miras, 2023, p.6).
3. Futuros estudios deberían enfocarse en determinar el porcentaje óptimo de sustitución de cemento y agregado fino que maximice la resistencia a la compresión sin comprometer la trabajabilidad del concreto. Además, se recomienda realizar ensayos de largo plazo para evaluar la durabilidad y comportamiento del concreto en condiciones reales de servicio (Chen et al., 2023, p.11)
4. Se aconseja a los investigadores evaluar la viabilidad económica y ambiental de la sustitución parcial del cemento y agregado fino por cenizas de carbón vegetal y conchas de abanico trituradas. También es pertinente investigar el desempeño de estas mezclas en diferentes aplicaciones de construcción, como pavimentos y estructuras expuestas a condiciones adversas, para confirmar su efectividad y sostenibilidad (Hanis et al., 2021, p.17).
5. Se recomienda a futuros investigadores utilizar las conchas de abanico en polvo, para que pueda ocurrir mayor adherencia con todos los

componentes del concreto y evitar la formación de burbujas de aire que afecten los resultados de la resistencia a la compresión. Esto podría mejorar significativamente la calidad y consistencia del concreto (Pérez, 2020, p.87).

6. Es recomendable investigar las propiedades microestructurales del concreto con sustitución de conchas de abanico y cenizas de carbón vegetal para entender mejor los mecanismos de mejora de la resistencia y durabilidad. Análisis como la microscopía electrónica de barrido (SEM) y la difracción de rayos X (XRD) pueden proporcionar información valiosa sobre la estructura interna y la formación de productos de hidratación del concreto (Poloju et al., 2018, p.65).
7. Se recomienda realizar ensayos de desempeño del concreto con estos materiales de sustitución en diversas condiciones climáticas y ambientales. Esto permitirá evaluar la adaptabilidad y resistencia del concreto en climas extremos, asegurando su aplicabilidad en diferentes regiones geográficas (Orozco et al., 2018, p.87).

## REFERENCIAS

1. AGUDELO, Angie y ESPINOSA, Bryan. Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de termopaipa. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017.

Disponible en: <https://acortar.link/kzuNZw>

2. ALAN, David y CORTEZ, Liliana. Procesos y fundamentos de la investigación científica [en línea]. 1.<sup>a</sup> ed. Ecuador: Utmach, 2018

[Fecha de consulta: 08 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/sj0MU1>

ISBN: 978-9942-24-093-4

3. ÁLVAREZ, Aldo. Clasificación de las investigaciones. Lima: Universidad de Lima, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/dhqiKg>

4. ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio [en línea]. México D.C: Ed. Alegría, 2016. [07 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/xHmk5>

5. ASTM C143. (2002). Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

Disponible en: <https://acortar.link/Gsjh7G>

6. ASTM C39. (2002). Standard Test Method For Compressive Strength Of Cylindrical Concrete Specimens.

Disponible en: <https://acortar.link/d1LvMi>

7. BERAUN, Enrique. Resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Disponible en: <https://acortar.link/hkY13H>

8. CHEN, Bin, WANG, Lei, FENG, Zongbao, LIU, Yang, WU, Xianguo, QIN, Yawei, XIA, Lingyu. Optimization of high-performance concrete mix ratio design using machine learning. China: Engineering Applications of Artificial Intelligence [en línea]. 2023, 12(2), 23 pp. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/R5z69P>

9. BLAS, Walter, AVENDAÑO, Cayo y PRIETO, Mesías (2002). Aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*) en la Bahía de Paracas. Primer Congreso Nacional de Acuicultura [en línea]. unfv.edu.pe. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/LTSUnJ>

10. CAPILLO, Sevillano y PALMA, Leonardo. Adición paja de trigo para evaluar las propiedades físico - mecánico del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en columnas, Aucallama – 2020. Tesis (Título en Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/oHHd29>

11. CARRANZA, Ángel y UCAÑAN, Lizbeth. Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando conchas de abanico al 1, 2.5 y 5 por ciento para pavimentos rígidos, Chimbote-2021. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2022.

Disponible en: <https://acortar.link/ZW59sZ>

12. CARRILLO, Shirley. Viabilidad del reciclaje de la concha de abanico en la industria de la construcción. Trabajo de investigación. (Master en dirección y gestión empresarial). Perú. Universidad de Piura, 2017. 17pp.

Disponible en: <https://acortar.link/tulARZ>

13. CASTAÑEDA, David. Análisis de la granulometría de la concha de abanico triturada para su uso como agregado en concreto. Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2018.

Disponible en: <https://acortar.link/J8OK97>

14. DIONICIO, Jhon y FLORES, Jorge. Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*. Revista Peruana de Biología [en línea]. Diciembre 2015, Vol. 22 [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/8NGJAB>

15. GODOY, Maria y GÁNDARA, Luis. El uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica, 2018. Ecuador, vol 11, N°31.

Disponible en: <https://acortar.link/pnSmuP>

16. Hanis Nadiah, Ruslana and Khairunisa, Muthusamy and Sharifah Maszura, Syed Mohsin and Rajan, Jose and Roslina, Omar (2021) Oyster shell waste as a concrete ingredient: a review. In: Materials Today: Proceedings; 2nd International Conference on Innovative Technology and Sciences (iCITES 2020), 22 Dec. 2020, Virtual Conference. pp. 713-719., 48 (4). ISSN 2214-7853

Disponible en: <https://acortar.link/icB006>

17. HERBAS, Boris y ROCHA, Erick. Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. Bolivia: Perspectivas [en línea]. 2018; 2(12); 123-160 pp. Fecha de consulta: 11 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/Osnyzl>

18. HERNÁNDEZ, Arturo [et al]. Metodología de la investigación científica. Alzamora [en línea], marzo 2018. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/uUv8yK>

19. INDECOPI. (2009). NTP 339.035. HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. Lima: s.n., 2009.

Disponible en: <https://acortar.link/SVPBi4>

20. INDECOPI. (2015). NTP 339.034. Método de Ensayo Normalizado Para La Determinación de La Resistencia a La Compresión Del Concreto en Muestras Cilíndricas. Lima: s.n., 2015.

Disponible en: <https://acortar.link/e9vIMO>

21. Influence of on-site curing on the compressive strength of concrete por Stalin Alcivar [et al.]. Revista técnica Ing. Univ. Zulia. [en línea]. Julio 2020, n.º2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://acortar.link/1fgkad>

ISSN: 0254-077.

22. Influencia del curado en obra sobre la resistencia a la compresión del concreto por Stalin Alcívar [et al.]. Revista Técnica De La Facultad De Ingeniería. Universidad Del Zulia [en línea]. Agosto 2020, N.o2. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/Sax4D2>

23. MARTÍNEZ, José. Metodología para la Evaluación Continua en el Aprendizaje Basado en Proyectos. Madrid: 4th International Virtual Conference on Educational Research and Innovation [en línea]. 2020; 1(2), 190-215 pp. Fecha de consulta: 10 de octubre del 2023]

Disponible en: <https://acortar.link/ndqVQH>

ISBN: 978-84-09-22966-6

24. MEATHEAD. s/f. Charcoal Science: How Charcoal Is Made And How Charcoal Works. [En línea] AmazingRibs.com, s/f. [08 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/zb74LP>

25. Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú, 2019.

Disponible en: <https://acortar.link/bxjLz>

26. NTP 339.088 (2006). Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Lima, Perú, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/Qyfowk>

27. OROZCO, Mauricio [et al]. Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Revista ingeniería de construcción [En línea]. 13 de marzo de 2018. [Fecha de Consulta: 25 de Setiembre de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/q74z17>

28. ORTIZ, Mariel. Influencia de la sustitución del agregado fino por conchas de abanico en polvo en la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://acortar.link/BWMech>

29. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study. Revista Peruana URP Perfiles de Ingeniería [en línea]. 2018(7): 6-52. [Fecha de consulta: 15 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://n9.cl/cy0s>

ISSN: 0717-9502

30. Parthiban, Vijayan, Andrews, Sangma y Mohammed. (2021). Study on Engineering behavior of conventional cement concrete by partially replacing sea shell as Fine aggregate. En Revista Journal of Physics: Conference Series Vol. 2040, pp. 1-7.

Disponible en: <https://acortar.link/hTGyij>

31. PÉREZ, Edwin. Resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de piedra de carbón (Coal Stone) y polvo de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*). Tesis (Título de ingeniero civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/1LOfgm>

32. Poloju Kiran, Anil Vineetha, Hamed Sara and Malik Ruwa, "Investigating possibilities for using sea shell on compressive strength properties of concrete," International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, no. 1, pp. 241-244, 2018

Disponible en: <https://acortar.link/HINAJw>

33. RAMÍREZ, Mayra. Influencia del Tiempo de Exposición al Agua en la Resistencia a la Compresión de Prismas de Albañilería Fabricados con Ladrillos Artesanales e Industriales de Arcilla en la Ciudad de Arequipa. Tesis (Título para Ingeniero Civil) [en línea]. Perú: Piura. Universidad nacional de Piura. 2018. 159 pp. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/LoalAe>

34. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). Lima, Peru: Instituto de la Construcción y Gerencia. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2022].

Disponible en: <https://acortar.link/ZQTRT>

ISBN: 978-612-4280-43-6

35. SAAVEDRA, José. Interacción de la Concha de Abanico Triturada con los Agregados Triturados y Redondeados en mezclas de concreto. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad de Piura, 2016.

Disponible en: <https://acortar.link/tq29Kz>

36. SALAS, Andres, CHUNG, Chul-Woo Y MIRA, Beatriz. Interaction effect of recycled aggregate type, moisture state, and mixing process on the properties of high-performance concretes. Korea: Case Studies in Construction Materials [en línea]. 2023, 18(9), 17 pp. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02208>.

ISSN: 2214-5095

37. ŠUPIĆ Slobodan, MALEŠEV Mirjana, RADONJANIN Vlastimir, BULATOVIĆ y Vesna, MILOVIĆ Tiana. Reactivity and Pozzolanic Properties of Biomass Ashes Generated by Wheat and Soybean Straw Combustion. Polonia: Materials (en línea). 2021, 20;14(4):1004. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2024].

Disponible en: <https://acortar.link/77Q9QS>

38. VENTURA, Eder. Resistencia del concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de carbón vegetal. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018.

Disponible en: <https://acortar.link/x710x4>

39. YAPUCHURA, Richard. influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia para las losas de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna”. Tesis (Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2019.

Disponible en: <https://acortar.link/XJ9i3T>

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Tabla de operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Dependiente:</b> Resistencia a la compresión $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	La resistencia a compresión específica del concreto se conoce como $f'c$ , y este parámetro de referencia muestra lo que el concreto o mortero puede resistir al ser sometido a una carga axial en compresión (Beraún, 2017, p. 41).	Se realizará una mezcla de concreto convencional en comparación con una mezcla de concreto que implica la sustitución del cemento por cenizas de carbón natural y la sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas. El objetivo será obtener una resistencia de $F'c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> a los 7, 14, 21 y 28 días. Este proceso se regirá por las pautas del método ACI, respaldado por los procedimientos específicos aplicados al concreto	Revenimiento	Grado de consistencia	Razón
			Resistencia a la compresión	-Diseño de mezcla -Edad de curado -Rotura de probetas	

**Anexo 2.** Tabla de operacionalización de las variables independientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>Variable Independiente 1:</b></p> <p>Cenizas de carbón vegetal</p>	<p>Es el resultante luego de la combustión de la madera sin presencia de oxígeno al cual se le denomina como pirolisis, el cual significa la exposición de las maderas a temperaturas elevadas durante un cierto periodo de tiempo controlado (MEATHEAD, s/f).</p>	<p>El propósito es llevar a cabo la sustitución del cemento en el concreto mediante la sustitución parcial de distintos porcentajes de cenizas de carbón natural. En consecuencia, se hace necesario obtener información sobre las características químicas de las partículas de ceniza de carbón natural, así como desarrollar un diseño de mezcla adecuado.</p>	<p>Propiedades químicas</p>	<p>-Composición química</p> <p>-Temperatura</p> <p>-Ensayo de fluorescencia de rayos x</p> <p>-Análisis térmico diferencial</p>	<p>Razón</p>
<p><b>Variable Independiente 2:</b></p> <p>Conchas de abanico trituradas</p>	<p>Según Dionicio y Flores (2015) molusco argopecten purpuratus, también conocido por conchas de abanico debido a la forma de abanico que tiene sus valvas, es considerada una especie bivalva de gran relevancia en el Perú debido a su gran exportación y búsqueda (p. 330).</p>	<p>El objetivo es reemplazar el agregado fino en el concreto mediante la sustitución de distintos porcentajes de conchas de abanico trituradas. Por lo tanto, se torna necesario adquirir información sobre las propiedades físicas de este tipo de conchas de abanico trituradas, así como desarrollar un diseño de mezcla apropiado para su utilización.</p>	<p>Análisis granulométrico</p>	<p>-Módulo de finura</p> <p>-Peso específico</p> <p>-Tamizaje</p>	<p>Razón</p>

### Anexo 3. Matriz de consistencia

TITULO: Análisis de la resistencia a compresión del concreto $F_c=210\text{kg/cm}^2$ con cenizas de carbón y conchas de abanico, Chimbote, 2023							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES			METODOLOGÍA	
<p><b>Problema General:</b> ¿Cómo influye la sustitución parcial del cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas en la resistencia del concreto <math>f_c=210\text{kg/cm}^2</math>?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Analizar la resistencia a la compresión del concreto <math>f_c=210\text{kg/cm}^2</math> sustituyendo parcialmente el cemento y agregado fino por las cenizas de carbón vegetal y las conchas de abanico trituradas.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15% y 20%, y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15% y 20% aumenta significativamente la resistencia del concreto <math>f_c=210\text{kg/cm}^2</math></p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la compresión <math>F'c=210\text{ kg/cm}^2</math></p>	<p><b>Dimensiones:</b> -Revenimiento -Resistencia a la compresión</p>	<p><b>Indicadores:</b> -Grado de consistencia</p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> Aplicada</p>	
					<p>-Diseño de mezcla</p> <p>-Edad de curado</p>	<p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental</p>	
					<p>-Rotura de probetas</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Cuantitativo</p>	
<p><b>Problemas Específicos:</b> - ¿Cuáles son las propiedades físicas de las conchas de abanico trituradas y las propiedades químicas de las cenizas de carbón vegetal mediante los ensayos de análisis granulométricos, fluorescencia de rayos X y el análisis térmico diferencial?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> a) Determinar las propiedades físicas de las conchas de abanico trituradas mediante el ensayo de análisis granulométrico y las propiedades químicas de las cenizas de carbón mediante el ensayo fluorescencia de rayos X y el análisis térmico diferencial  b) Identificar las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto <math>f_c=210\text{kg/cm}^2</math> mediante los ensayos de análisis granulométrico, módulo de finura y el ensayo de abrasión de los ángeles  c) Determinar la resistencia a la compresión del concreto y el revenimiento sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15% y 20%, y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15% y 20% mediante el ensayo de rotura de probetas y el ensayo del cono de abrams.</p>	<p><b>Hipótesis Nula:</b> La sustitución parcial del cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15% y 20%, y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15% y 20% disminuye significativamente la resistencia del concreto <math>f_c=210\text{kg/cm}^2</math></p>	<p><b>Variable independiente 1:</b> Cenizas de carbón vegetal</p>	<p><b>Dimensiones:</b> - Propiedades químicas</p>	<p><b>Indicadores:</b> -Composición química  -Temperatura  - Ensayo de fluorescencia de rayos x  -Análisis térmico diferencial</p>	<p><b>Población:</b> El concreto con resistencia 210 <math>\text{kg/cm}^2</math></p>	
<p>- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los agregados utilizados en el concreto <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math> mediante los ensayos de análisis granulométrico, módulo de finura y el ensayo de abrasión de los ángeles?</p>			<p><b>Variable independiente 2:</b> Conchas de abanico trituradas</p>		<p><b>Dimensiones:</b> -Análisis granulométrico</p>	<p><b>Indicadores:</b> -Módulo de finura  -Peso específico  -Tamizaje</p>	<p><b>Muestreo:</b> Probabilístico aleatorio</p>
<p>- ¿Cuál será la resistencia a la compresión y el revenimiento del concreto sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de carbón vegetal en 10%, 15% y 20%, y el agregado fino por conchas de abanico trituradas en 10%, 15% y 20% mediante el ensayo de rotura de probetas y el ensayo del cono de abrams?</p>			<p><b>Muestra:</b> 128 probetas de concreto de dimensión cilíndrica</p>				

## Anexo 4. Evaluación por juicio de expertos

### PRIMER EVALUADOR:

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LOS INSTRUMENTOS

Variable	Dimensiones	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad	
			SI	No	SI	No	SI	No
Variable independiente 1: Cenizas de carbón vegetal	Propiedades químicas	Composición química, Temperatura, Ensayo de fluorescencia de rayos x, Análisis térmico diferencial	X		X		X	
Variable independiente 2: Conchas de abanico	Análisis granulométrico	Módulo de finura, Peso específico, Tamizaje	X		X		X	
Variable dependiente: Resistencia a la compresión $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .	Revenimiento	Grado de consistencia	X		X		X	
	Resistencia a la compresión	Diseño de mezcla, Edad de curado, Rotura de probetas	X		X		X	

Opinión de compatibilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir (x) No aplicable (x)

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./Mg: ATILIO RUBEN LOPEZ CARRANZA

Especialidad del validador: Ingeniero civil

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Relevancia: El ítem apropiado para representar al componente o dimensión específica

Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem

Nota: suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Atilio Rubén López Carranza  
ING. CIVIL CIP N° 80650  
C. 855, 8578

Firma del Experto

**SEGUNDO EVALUADOR:**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LOS INSTRUMENTOS**

Variable	Dimensiones	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad	
			SI	No	SI	No	SI	No
Variable independiente 1: Cenizas de carbón vegetal	Propiedades químicas	Composición química, Temperatura, Ensayo de fluorescencia de rayos x, Análisis térmico diferencial	X		X		X	
Variable independiente 2: Conchas de abanico	Análisis granulométrico	Módulo de finura, Peso específico, Tamizaje	X		X		X	
Variable dependiente: Resistencia a la compresión $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .	Revenimiento	Grado de consistencia	X		X		X	
	Resistencia a la compresión	Diseño de mezcla, Edad de curado, Rotura de probetas	X		X		X	

**Opinión de compatibilidad:** Aplicable (x) Aplicable después de corregir (x) No aplicable (x)

**Apellidos y nombres del juez validador:** Dr./Mg: EDGAR SERAPPO ESPIRITU COLCHADO

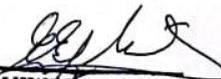
**Especialidad del validador:** Ingeniero civil

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado

**Relevancia:** El ítem apropiado para representar al componente o dimensión específica

**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem

**Nota:** suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Mg. EDGAR SERAPPO ESPIRITU COLCHADO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 57618

Firma del Experto

TERCER EVALUADOR:

**CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LOS INSTRUMENTOS**

Variable	Dimensiones	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad	
			Si	No	Si	No	Si	No
Variable independiente 1: Cenizas de carbón vegetal	Propiedades químicas	Composición química, Temperatura, Ensayo de fluorescencia de rayos x, Análisis térmico diferencial	X		X		X	
Variable independiente 2: Conchas de abanico	Análisis granulométrico	Módulo de finura, Peso específico, Tamizaje	X		X		X	
Variable dependiente: Resistencia a la compresión $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .	Revenimiento	Grado de consistencia	X		X		X	
	Resistencia a la compresión	Diseño de mezcla, Edad de curado, Rotura de probetas	X		X		X	

Opinión de compatibilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir (x) No aplicable (x)

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./Mg: JULIO CESAR ESPIRITU COLCHADO

Especialidad del validador: Ingeniero civil

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Relevancia: El ítem apropiado para representar al componente o dimensión específica

Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem

Nota: suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

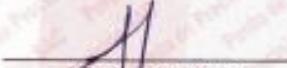
  


Firma del Experto

**Anexo 5. Certificado de autorización de funcionamiento**



## Anexo 6. Certificado de calibración de equipos

 <p>Laboratorio PP</p>	<p><b>Punto de Precisión SAC</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</p>	 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro 01 LC - 033</p>
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-553-2024</b>		
Página: 1 de 3		
<b>Expediente</b>	: 193-2024	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 $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2024-05-02	
<b>1. Solicitante</b>	: GEOMG S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  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 reglamentaciones vigentes.  PUNTO DE PRECISIÓN 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>Dirección</b>	: MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: BALANZA	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: R31P30	
<b>Número de Serie</b>	: 8340410357	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 30 000 g	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: 1 g	
<b>División de Escala Real (d)</b>	: 1 g	
<b>Procedencia</b>	: CHINA	
<b>Identificación</b>	: NO INDICA	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>Ubicación</b>	: LABORATORIO	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2024-04-29	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II del SNM-INDECOP.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de GEOMG S.A.C. MZA. 82 LOTE. 9 URB. BELLAMAR II ETAPA - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	
 <p>LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C</p>	 <p>Jefe de Laboratorio Ing. Luis Logyza Capcha Reg. CIP N° 152831</p>	
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02		
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro 0121-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-553-2024

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,1	21,3
Humedad Relativa	68,7	68,7

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0778-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-254-2023

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 990 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 17 °C a 26 °C.

El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temp. (°C)	Inicial	Final
	21,1	21,1

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,7	-0,2
4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,1	30 000	0,9	-0,4
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,1
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			0,4			0,4
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Lqayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-553-2024

Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,1	21,1

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,5	0,0	10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
3		10	0,7	-0,2		9 999	0,4	-0,9	-0,7
4		10	0,8	-0,3		10 000	0,8	-0,3	0,0
5		10	0,9	-0,4		10 001	0,9	0,6	1,0

(\*) valor entre 0 y 10 s

Error máximo permitido: ± 2 g

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,1	21,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				n exp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
50,0	50	0,6	-0,1	-0,1	50	0,5	0,0	0,0	1
500,0	500	0,7	-0,2	-0,2	500	0,6	-0,1	-0,1	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,3	2 000	0,7	-0,2	-0,2	1
5 000,0	5 000	0,9	-0,4	-0,4	5 000	0,8	-0,3	-0,3	1
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,0	7 000	0,9	-0,4	-0,4	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	-0,1	10 000	0,5	0,0	0,0	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	-0,2	15 000	0,6	-0,1	-0,1	2
20 000,0	20 000	0,6	-0,3	-0,3	20 000	0,7	-0,2	-0,2	2
25 000,0	25 000	0,9	-0,4	-0,4	25 000	0,8	-0,3	-0,3	3
30 000,0	30 000	0,5	0,0	0,0	30 000	0,5	0,0	0,0	3

n.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,03 \times 10^{-4} \times R$$

**Incetidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{2,05 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,67 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    AL: Carga incrementada    E: Error encorbado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-217-2024

Página : 1 de 2

Expediente : 193-2024  
Fecha de emisión : 2024-05-02

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LÓTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : PINZUAR  
Modelo : PC-117  
Serie : 117B

Marca de Contómetro : AUTONICS  
Modelo de Contómetro : CT6S  
Serie de Contómetro : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. B2 LOTE. 9 URB. BELLAMAR II ETAPA - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
29 - ABRIL - 2024

4. Método de Calibración

Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	MITUTOYO	DM23-C-0239-2023	INACAL - DM
REGLA	MITUTOYO	1AD-1432-2023	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM-002-2024	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,2	24,5
Humedad %	66	66

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LO-217-2024

Página 2 de 2

### EQUIPO DE ABRASI3N LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
720 mm	505 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	412,02 g	46,62 mm
Peso de Esfera 2	410,03 g	46,51 mm
Peso de Esfera 3	412,05 g	46,60 mm
Peso de Esfera 4	410,04 g	46,55 mm
Peso de Esfera 5	410,05 g	46,53 mm
Peso de Esfera 6	412,06 g	46,63 mm
Peso de Esfera 7	410,08 g	46,54 mm
Peso de Esfera 8	409,06 g	46,52 mm
Peso de Esfera 9	409,07 g	46,52 mm
Peso de Esfera 10	436,04 g	47,50 mm
Peso de Esfera 11	439,08 g	47,56 mm
Peso de Esfera 12	436,04 g	47,49 mm
Total	5005,62 g	

NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

31 rpm

SEGUN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535  
EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g  
NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm  
PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g  
DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-431-2024

Página : 1 de 2

Expediente : 193-2024  
Fecha de emisión : 2024-05-02

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : DGSII  
Modelo de Prensa : CC-30010  
Serie de Prensa : 120  
Capacidad de Prensa : 300 000 lbf

Marca de indicador : MCC  
Modelo de Indicador : SAFIR  
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : NO INDICA  
Modelo de Transductor : NO INDICA  
Serie de Transductor : 4441

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. B2 LOTE. 9 URB. BELLAMAR II ETAPA - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
29 - ABRIL - 2024

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 217	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,7
Humedad %	76	76

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 695-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-431-2024

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9919	9987	0,81	0,13	9953	0,47	-0,68
20000	19835	19985	0,83	0,08	19910	0,45	-0,75
30000	29630	29932	0,57	0,23	29881	0,40	-0,34
40000	39854	39829	0,37	0,43	39842	0,40	0,06
50000	49725	49785	0,55	0,43	49755	0,49	-0,12
60000	59546	59654	0,76	0,58	59600	0,67	-0,18
70000	69649	69589	0,50	0,59	69619	0,55	0,09
80000	79327	79489	0,84	0,64	79408	0,75	-0,20

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0074x - 78,415$

Donde : x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

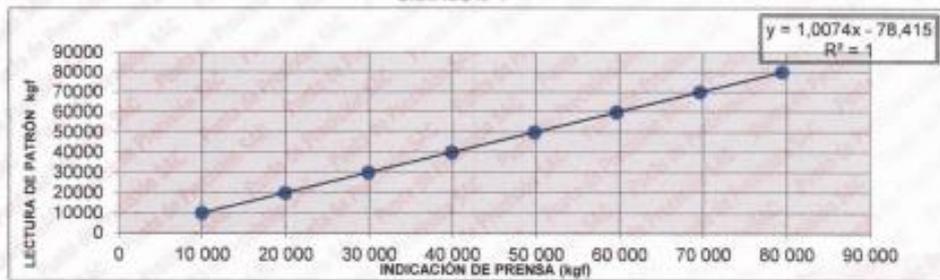
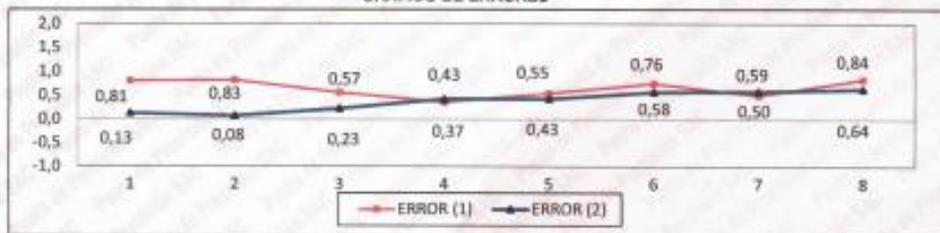


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## Anexo 7. Resultados de ensayos de laboratorio (Análisis térmico diferencial)

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

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

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

<b>SOLICITANTE</b>	GÉNESIS CURIBANCO CENIZARIO
<b>DNI</b>	75311494
<b>MUESTRA</b>	CARBÓN DE VEGETAL
<b>FECHA</b>	15 DE MARZO DEL 2024

#### MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

#### 1. MUESTRA: CARBÓN VEGETAL

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	9.50 Kg	CHIMBOTE

#### 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 – 900°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 9.50 Kg

ING. WILSON TIRADO LIBIA  
CIP: 162371



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

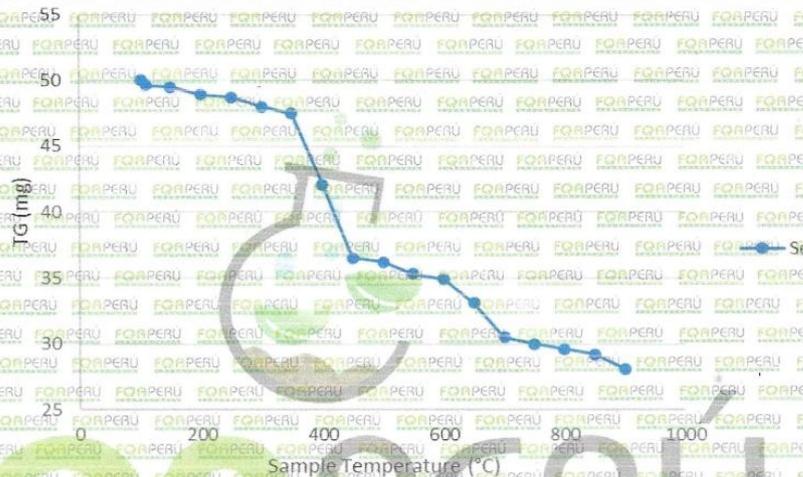
CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



#### 4. RESULTADOS

##### c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



#### 5. CONCLUSION

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una región donde se halla una gran pérdida de masa y se encuentra entre 340 y 460°C y una segunda región menos intensa entre 600 y 750°C, posteriormente la pérdida es gradual hasta llegar a los 900°C. El material llega a perder un aproximado de 62.10% de masa (de 9.50kg hasta 3.60kg), respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

ING. WILSON TIRADO LIBIA  
CIP: 162371



Trujillo, 22 de Marzo de 2024

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

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

## Anexo 8. Resultados de ensayos de laboratorio (fluorescencia de rayos x)

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

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

<b>SOLICITANTE</b>	GÉNESIS CURIBANCO CENIZARIO
<b>DNI</b>	75311494
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CARBÓN VEGETAL
<b>FECHA</b>	15 DE MARZO 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 300 gr de la muestra de CENIZA CARBÓN VEGETAL, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

#### 3. METODO

• BASADO EN LA NORMA

• VOLUMETRIA

: ASTM C25

: USAG-ME06

ING. WILSON HIRADO LIBIA

CIP: 162371



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



## 4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	58.18	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	1.19	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	21.03	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.76	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	0.67	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.23	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.88	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.16	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	1.96	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.089	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.024	
PÉRDIDA POR QUEMADO	8.82	

## 5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	900.00 ± 3.5
DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	2.136
TAMAÑO PROMEDIO DE PARTÍCULAS (um)	32.67

### MÉTODOS DE ENSAYO:

\*Temperatura de calcinación: Determinación por ensayo al horno.

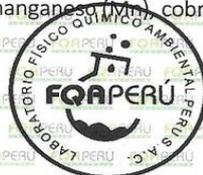
\*Densidad: Método del picnómetro

\*Tamaño de partícula: Determinación de tamaño de partícula por tamizado

## 6. CONCLUSION

- 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 sílice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Calcio (Ca), Potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

ING. WILSON TIRADO LIBIA  
CIP: 162371



Trujillo, 22 de Marzo de 2024

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

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

**Anexo 9. Resultados de ensayos de laboratorio (Análisis Granulométrico de conchas de abanico)**



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 www.geomgsac.com

INFORME N° GEOMG SAC-0365-01

**FORMATO DE ENSAYO  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

**MTC E - 204  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

TESIS: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON  
 CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
 TESISTAS: GINO MISAEEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO GENIZARIO

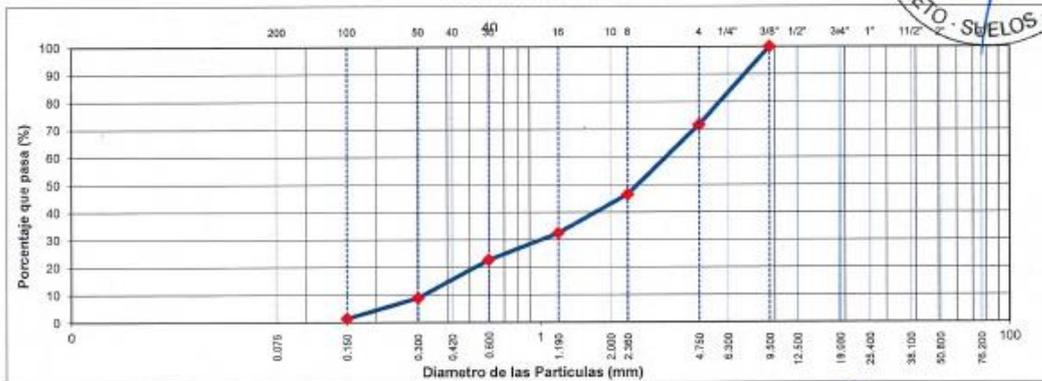
Hecho Por: Tec. C.Z.  
 Ing. Responsable: JMT  
 Fecha: 5/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra: CONCHAS DE ABANICO  
 Tamaño Máximo : N° 4  
 Peso Inicial Seco : 539.8 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
1/4"	6.300						
N° 4	4.750				100.0		
N° 8	2.360	152.7	28.3	28.3	71.7	Módulo de Fineza :	3.2
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	136.4	25.3	53.6	46.4		
N° 20	0.840					OBSERVACIONES :	
N° 30	0.600	75.6	14.0	67.6	32.4		
N° 40	0.425						
N° 50	0.300	52.3	9.7	77.3	22.7		
N° 80	0.177						
N° 100	0.150	75.1	13.9	91.2	8.8		
N° 200	0.075	40.2	7.4	98.6	1.4		
< N° 200	FONDO	7.5	1.4	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**GEOMG S.A.C.**

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Urb. Bellamar II Etapa Mz. 82 Lt. 8-9  
 Nuevo Chimbote – Santa – Ancash  
 Cel. 943355197 – 998185953, email: geomg17@yahoo.es – informes@geomgsac.com

# Anexo 10. Resultados de ensayos de laboratorio (Análisis Granulométrico de agregado fino)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 www.geomgsac.com

INFORME N° GEOMG SAC-0357-01

## FORMATO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E - 204  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON  
 CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
 Tesisistas: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO

Hecho Por: Tec. E.R.  
 Ing. Responsable: JMT  
 Fecha: 1/04/2024

### DATOS DE LA MUESTRA

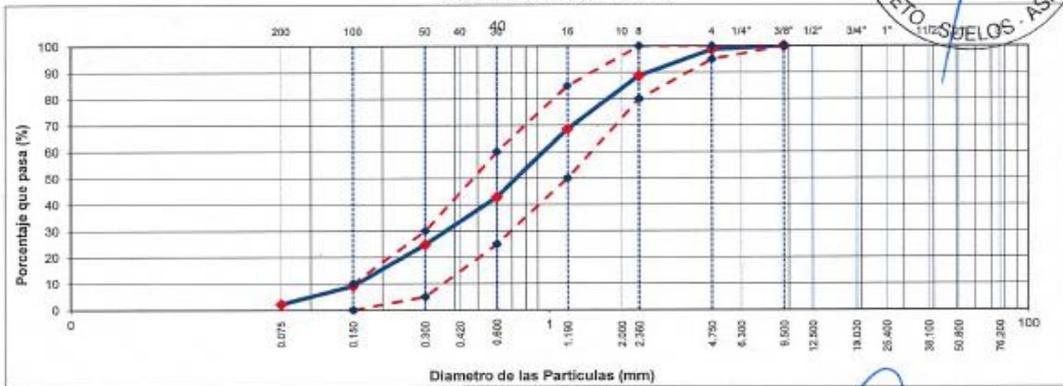
Cantera: LA CARBONERA - CHERO  
 Muestra: AGREGADO FINO

Tamaño Máximo : 1/4"  
 Peso Inicial Seco : 825.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100	
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	11.1	1.3	11.3	98.7	95 - 100	
Nº 8	2.380	81.8	9.9	11.3	88.7	80 - 100	Módulo de Fineza : 2.67
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190	166.4	20.2	31.4	68.6	50 - 85	
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600	213.2	25.8	57.3	42.7	25 - 60	
Nº 40	0.425						
Nº 50	0.300	147.9	17.9	75.2	24.8	5 - 30	
Nº 60	0.177						
Nº 100	0.150	129.5	15.7	90.9	9.1	0 - 10	
Nº 200	0.075	57.1	6.9	97.8	2.2		
< Nº 200	FONDO	18.0	2.2	100.0			



### CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68733

**Anexo 11.** Resultados de ensayos de laboratorio (Límite líquido-Límite plástico de agregado fino)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 www.geomgsac.com

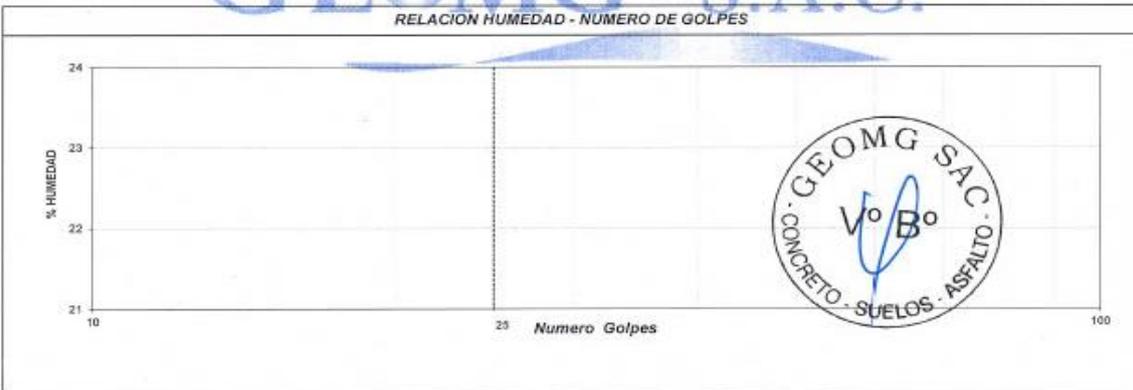
**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-02**

<b>FORMATO DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>MTC E 110 - MTC E - 111</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>
TESIS: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024" TESISTAS: GINO MISAEI MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO Canteras: LA CARBONERA - CHERO Muestra: AGREGADO FINO
Hecho Por: Tec. C.Z. Ing. Responsable: JMT Fecha: 01/04/2024

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.
Peso de Recipiente (C)	gr.
Peso del Agua (A-B)	gr.
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%
N° De Golpes	

Material Pasante Tmiz N° 40	
LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
<b>NP</b>	<b>NP</b>

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		N.P	N.P



OBSERVACIONES :

---



---

**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

## Anexo 12. Resultados de ensayos de laboratorio (Equivalente de arena)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

### INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-03

#### EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E 114)

**Tesis:** "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
**Tesistas:** GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENIZARIO  
**Cantera:** LA CARBONERA - CHERO  
**Material:** AGREGADO FINO

**Hecho Por:** E.R.  
**Ing. Responsable:** JMT  
**Fecha:** 2/04/2024

#### DATOS DE LA MUESTRA

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	09:42	09:44	09:46
4	Hora de Salida	09:52	09:54	09:56
5	Hora de Entrada	09:54	09:56	09:58
6	Hora de Salida	10:14	10:16	10:18
7	Altura Maxima de la Arena (Pulgadas)	3.46	3.43	3.46
8	Altura Maxima de Material Fino (Pulgadas)	4.41	4.45	4.37
9	Equivalente de Arena (%)	78.6	77.0	79.3
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	79		

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



**GEOMG S.A.C.**  
*Ing. Jorge E. Morillo Trujillo*  
CUP N° 68736

**Anexo 13. Resultados de ensayos de laboratorio (Agregado fino tamiz N°200)**



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-04**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200**  
**MTC E 202**

<b>Tesis</b>	: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"	
<b>Tesistas</b>	: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO	
<b>Procedencia de la muestra</b>	: LA CARBONERA - CHERO	<b>Hecho Por:</b> Tec. E.R.
<b>Muestra</b>	: AGREGADO FINO	<b>Ing. Responsable:</b> JMT
		<b>Fecha:</b> 2/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>A</b>	Peso de la Muestra Seca	459.5	Gr.
<b>B</b>	Peso de la Muestra Seca Despues del Lavado	445.8	Gr.
<b>C</b>	% MATERIAL QUE PASA LA N° 200	2.98	%



**GEOMG S.A.C.**  
*[Handwritten Signature]*  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
CIF N° 68738

**Anexo 14.** Resultados de ensayos de laboratorio (Arcilla, partículas deleznable en agregado fino)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

INFORME N° GEOMG-SAC-LB24-0357-05

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES EN AGREGADOS  
(ASTM C142 - MTC E212)

<b>Tesis:</b> "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"	<b>Hecho Por:</b> E.R.
<b>Tesisistas:</b> GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO	<b>Ing. Responsable:</b> JMT
<b>Cantera:</b> LA CARBONERA - CHERO	<b>Fecha:</b> 3/04/2024
<b>Material:</b> AGREGADO FINO	

Agregado fino:

Peso de la Muestra de Ensayo (gr.)	100.00
Peso de las Partículas Retenidas (gr.)	99.60
Arcilla en Terrones y Partículas Deleznable (%)	0.40

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
C/P N° 68738

**Anexo 15.** Resultados de ensayos de laboratorio (Ensayo de durabilidad en agregado Fino)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-06**

**TESIS** : \*ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON  
CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024\*  
**TESISTAS** : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENIZA/ **FECHA** : 03/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : LA CARBONERAS - CHERO  
**USO DEL MATERIAL** : AGREGADO FINO

**ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO**  
**(MTC E 209)**

**I. AGREGADO FINO - ANALISIS CUANTITATIVO**

Tamaño	Peso requerido (gr)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Perdida de Peso (gr)	Perdida de Peso (%)	Gradación original (%)	Perdida Corregida (%)
3/8 a N°4	100						
N°4 a N°8	100	100.0	91.8	8.2	8.2	9.5	0.8
N°8 a N°16	100	100.0	89.9	10.1	10.1	19.2	1.9
N°16 a N°30	100	100.0	91.3	8.7	8.7	24.6	2.1
N°30 a N°50	100	100.0	91.4	8.6	8.6	17.1	1.5
N°50 a N°100	100	100.0	91.1	8.9	8.9	15.0	1.3
Pasan N°100							

**TOTALES** 7.66%



**GEOMG S.A.C.**  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738  
V°B°: .....

## Anexo 16. Resultados de ensayos de laboratorio (Peso específico de agregado fino)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

### INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-07

TESIS: "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"

TESISTAS: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENIZARIO

Hecho Por: Tec. E.R.

CANTERA: LA CARBONERA - CHERO

Ing. Responsable: JMT

MUESTRA: AGREGADO FINO

Fecha: 2/04/2024

### PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS ASTM C 128

	MASIVO	MASIVO SSS	APARENTE
PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO (g)	494.7	494.7	494.7
PESO DEL FIOLA LLENA DE AGUA A LA MARCA DE CALIBRACIÓN (g)	666.8	666.8	666.8
PESO DEL PICNÓMETRO, CON LA MUESTRA Y EL AGUA (g)	985.6	985.6	985.6
PESO ESPECÍFICO (g/cm <sup>3</sup> )	2.730	2.759	2.813

### ABSORCIÓN DE SÓLIDOS ASTM C 126

PESO DE MUESTRA SSS (g)	500.0
PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO (g)	494.7
ABSORCIÓN (%)	1.08

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68733

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-08**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 MTC E 203 - ASTM C 29**

**Tesis:** \*ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024\*

**Tesistas:** GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARICO

**Hecho Por:** Tec. E.R.  
**Ing. Responsable:** JMT  
**Fecha:** 1/04/2024

**Cantera:** LA CARBONERA - CHERO  
**Muestra:** AGREGADO FINO

AGREGADO FINO					Tamaño Max. N° 4		
DESCRIPCION	UND.	SUELTO			COMPACTADO		
		1	2	3	4	5	6
Peso del Agregado Seco	Kg	23.138	23.097	23.130	25.251	25.106	25.216
Volúmen del Molde	m <sup>3</sup>		0.01418			0.01418	
Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>	1,632	1,629	1,631	1,781	1,771	1,778
Peso Unitario Promedio	Kg/m <sup>3</sup>	1,631			1,777		



**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 66733

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0357-09

**Tesis** : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
**Tesistas** : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO  
**Fecha** : 02/04/2024

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : LA CARBONERAS - CHERO  
**USO DEL MATERIAL** : AGREGADO FINO

#### 1. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216) - AGREGADO FINO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
		L-4
1. Peso Tara, [gr]		84.20
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		556.10
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		556.30
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	2.00
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	472.10
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	0.59

**Realizado por:** Tto. C.Z.  
**Revisado por:** JMT

# GEOMG S.A.C.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 66753

# Anexo 17. Resultados de ensayos de laboratorio (Análisis granulométrico agregado grueso)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 www.geomgsac.com

INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-01

## FORMATO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E - 204  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC= 210KG/CM2 CON  
 CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
 Tesisistas: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO GENIZARIO

Hecho Por: Tec. G.Z.  
 Ing. Responsable: JMT  
 Fecha: 1/04/2024

### DATOS DE LA MUESTRA

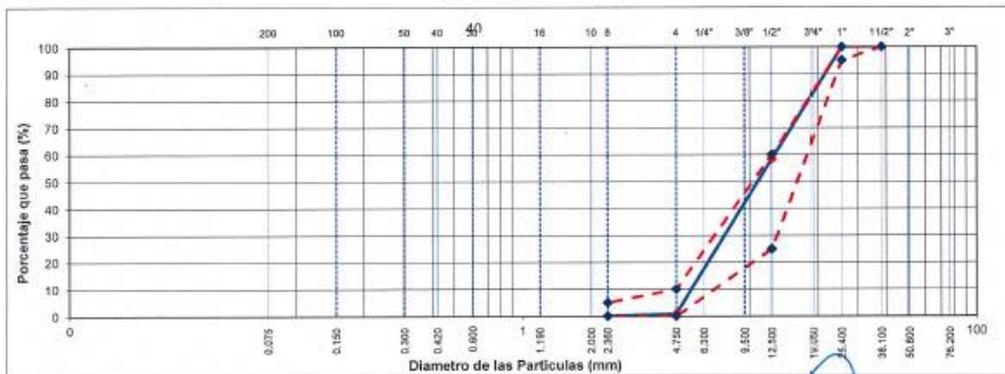
Cantera: PIEDRA LISA - CHERO  
 Muestra: AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo Nominal : 3/4"  
 Peso Inicial Seco : 1848.9 g

TAMIZ	AASNT0 T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION HUSO - 57	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100	
1"	25.400				100.0	95	
3/4"	19.000	80	3.2	3.2	96.8		
1/2"	12.500	708	38.3	41.6	58.4	25	60
3/8"	9.500	644	34.8	76.4	23.6		
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	421.1	22.8	99.2	0.8	0	10
Nº 8	2.360	13.1	0.7	99.9	0.1	0	5
Nº 10	2.000						Módulo de Fineza : 6.8
Nº 16	1.190	0.4	0.0	99.9	0.1		
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425						
Nº 50	0.300	0.7	0.0	100.0	0.0		
Nº 60	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
< Nº 200	FONDO	0.5	0.0	100.0	0.0		



### CURVA GRANULOMETRICA



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Urb. Bellamar II Etapa Mz. 82 Lt. 8-9  
 Nuevo Chimbote - Santa - Ancash  
 Cel. 943355197 - 998185953, email: geomg17@yahoo.es - informes@geomgsac.com

**Anexo 18. Resultados de ensayos de laboratorio (Ensayo de abrasión de los ángulos)**



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-02**

**ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES  
 (MTC E-207)**

**Tesis:** "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON  
 CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"

**Tesistas:** GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENIZARIO

**Cantera:** PIEDRA LISA - CHERO

**Material:** AGREGADO GRUESO

**Hecho Por:** E.R.

**Ing. Responsable:** JMT

**Fecha:** 2/04/2024

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
<b>ESFERAS</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
1.1/2" - 1"		-		
1" - 3/4"		-		
3/4" - 1/2"		2500.1		
1/2" - 3/8"		2500.2		
3/8" - 1/4"		-		
1/4" - N°4		-		
N°4 - N°8		-		
<b>Peso Muestra</b>		<b>5000.3</b>		
Peso Retenido Tamiz N° 12		4241.9		
Peso Pasante Tamiz N° 12		758.4		
<b>% DESGASTE</b>		<b>15.17</b>		
<b>PROMEDIO</b>			<b>15.17%</b>	

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Mórillo Trujillo  
 CIP N° 68738

**Anexo 19.** Resultados de ensayos de laboratorio (Arcilla, partículas delezables en agregado grueso)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-03**

**ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENEZABLES EN AGREGADOS  
(ASTM C142 - MTC E212)**

*Tesis:* "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"

*Testistas:* GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO

*Cantera:* PIEDRA LISA - CHERO

*Material:* AGREGADO GRUESO

*Hecho Por:* K.A.

*Ing. Responsable:* JMT

*Fecha:* 3/04/2024

**Agregado grueso:**

Tamaño de las Partículas entre los Tamices	Peso de la Muestra Inicial de Ensayo (g)	Peso de la Muestra Final de Ensayo (g)	Arcilla en Terrones y Partículas Delezables (%)
N° 4 3/8"	1002.4	1001.6	0.08
3/8" 3/4"	2002.2	2001.0	0.06
3/4" 1 1/2"	3000	--	0.06
Mayores 1 1/2"	5000	--	0.06

Arcilla en Terrones y Partículas Delezables (%)

0.07



**GEOMG S.A.C.**  
*Ing. Jorge E. Merillo Trujillo*  
DIP N° 68753

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 Lt. 8-9

Nuevo Chimbote - Santa - Ancash

Cel. 943355197 - 998185953, email: geomg17@yahoo.es - informes@geomgsac.com

**Anexo 20.** Resultados de ensayos de laboratorio (Partículas fracturadas en el agregado grueso)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG-SAC-LB24-0358-04**

**PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
MTC E 210**

*Tesis:* "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
*Testistas:* GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENIZARIO  
*Cantera:* PIEDRA LISA - CHERO  
*Materia:* AGREGADO GRUESO

*Hecho Por:* E.R.  
*Ing. Responsable:* JMT  
*Fecha:* 2/04/2024

**A- CON UNA CARA FRACTURADAS**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1201.1	1201.1	100.0	30.3	3,030.0
1/2"	3/8"	300.9	300.9	100.0	34.8	3,480.0
<b>TOTAL</b>		<b>1502.0</b>	<b>1502</b>			
<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA</b>		<b>TOTAL E</b>		<b>=</b>	<b>7310</b>	
		<b>TOTAL D</b>		<b>=</b>	<b>73.10</b>	<b>100.0 %</b>

**B- CON DOS CARAS FRACTURADAS**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1201.1	1196.5	99.6	38.3	3,815.3
1/2"	3/8"	300.9	298.7	99.3	34.8	3,454.6
<b>TOTAL</b>		<b>1502.0</b>	<b>1495.2</b>			
<b>PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS</b>		<b>TOTAL E</b>		<b>=</b>	<b>7270</b>	
		<b>TOTAL D</b>		<b>=</b>	<b>73.10</b>	<b>99.5 %</b>

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



**GEOMG S.A.C.**  
*Ing. Jorge E. Morillo Trujillo*  
CIP N° 68733

**Anexo 21.** Resultados de ensayos de laboratorio (Partículas chatas y alargadas en el agregado grueso)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-05**

<p><b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b></p> <p><b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS</b></p> <p><b>(ASTM D 4791)</b></p>
<p><i>Tesis:</i> "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"</p> <p><i>Tesistas:</i> GINO MISAEI MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO</p> <p><i>Cantera:</i> PIEDRA LISA - CHERO</p> <p><i>Material:</i> AGREGADO GRUESO</p>
<p><i>Hecho Por:</i> K.A.</p> <p><i>Ing. Responsable:</i> JMT</p> <p><i>Fecha:</i> 2/04/2024</p>

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700	708.0	39.94	631.2	17.6	2.79	1.11
3/8"	9.500	643.5	36.30	221.6	20.0	9.03	3.28
N° 4	4.750	421.1	23.76	86.9	15.8	18.18	4.32
<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA:</b>		<b>1772.6</b>					

<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>	<b>8.71</b>
--	-------------



**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Cruzillo  
 CIP N° 68753

**Anexo 22.** Resultados de ensayos de laboratorio (Ensayo de durabilidad del Agregado grueso)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-LB24-0358-06**

<b>TESIS:</b> "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024" <b>TESISTAS:</b> GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO		<b>FECHA:</b> 3/04/2024
<b><u>DATOS DE LA MUESTRA</u></b>		
<b>CANTERA</b>	: PIEDRA LISA - CHERO	
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO	

**ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO  
(NTP 400.016:1999)**

**AGREGADO GRUESO - ANALISIS CUANTITATIVO**

N°	Tamaño	%	Peso Requerido (gr)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Perdida de Peso (gr)	Perdida de Peso (%)	Gradación original (%)	Perdida Corregida (%)
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 300						
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300						
	2" a 1 1/2"	40	2000 ± 200						
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50						
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50						
	1" a 3/4"	33	500 ± 30						
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10						
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	671.2	661.9	9.3	1.39	38.3	0.531
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5	331.9	322.4	9.5	2.85	34.8	0.593
4	3/8" a N°4		300 ± 5	300.5	294.7	5.8	1.93	22.8	0.440
<b>TOTALES:</b>									<b>1.96%</b>



**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68733

**Anexo 23.** Resultados de ensayos de laboratorio (Gravedad específica y absorción de agregado grueso)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-07**

<b>TESIS</b>	: "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO $F'c = 210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"		
<b>TESISTAS</b>	: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARJO		
<b>CANTERA</b>	: PIEDRA LISA - CHERO	<i>Ing. Responsable: JMT</i>	
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO	<i>Fecha: 2/04/2024</i>	

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (MTC E 206)**

	BULK	SSS	APARENTE
PESO DE CESTA SUMERGIDA	775.47	775.47	775.47
PIEDRA (SUMERGIDA) + CESTA (SUMERGIDA)	3112.03	3112.03	3112.03
TARA DE PIEDRA SSS	306.42	306.42	306.42
PIEDRA SSS + TARA DE LA PIEDRA SSS	3932.21	3932.21	3932.21
PIEDRA SSS SECA AL HORNO + TARA DE PIEDRA SSS	3915.70	3915.7	3915.7
<b>PESO ESPECIFICO DE LA PIEDRA</b>	<b>2.800</b>	<b>2.812</b>	<b>2.836</b>

PIEDRA SSS SECA AL HORNO	3609.28
PIEDRA SSS	3625.79
<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>0.46</b>

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



**GEOMG S.A.C.**  
*Ing. Jorge E. Morillo Trujillo*  
CIF N° 68732

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-08**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 MTC E 203 - ASTM C 29**

**Tesis:** "ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"

**Tesistas:** GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO

**Hecho Por:** Tec. C.Z  
**Ing. Responsable:** JMT  
**Fecha:** 1/04/2024

**Cantera:** PIEDRA LISA - CHERO  
**Muestra:** AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO							Tamaño Max. 1"
DESCRIPCION	UND.	SUELTO			COMPACTADO		
		1	2	3	4	5	6
Peso del Agregado Seco	Kg	20.413	20.514	20.418	23.173	23.091	23.182
Volúmen del Molde	m <sup>3</sup>	0.01418			0.01418		
Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>	1,440	1,447	1,440	1,634	1,628	1,635
Peso Unitario Promedio	Kg/m <sup>3</sup>	1,442			1,632		



**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68734

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0358-09

Tesis : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON  
CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
Tesisistas : GINO MISAEI MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO Fecha : 01/04/2024

### DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : PIEDRA LISA - CHERO  
USO DEL MATERIAL : AGREGADO GRUESO

#### 1. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216) - AGREGADO GRUESO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
		L-15
1. Peso Tara, [gr]		396.20
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		2152.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		2148.90
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	3.50
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	1752.70
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)(x100)	0.20

Realizado por: Tec. C.Z.  
Revisado por: JMT



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68733

## Anexo 24. Resultados de ensayos de laboratorio (Diseño de mezcla)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0371-01**  
**DISEÑO DE MEZCLA  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**   
**Comité de Diseño 211 ACI**

**TESIS:** "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
**SOLICITA:** GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENIZARIO  
**FECHA:** 08/04/2024

### CEMENTO:

- Cemento Mochica Tipo MS
- Peso específico 2.94 gr/cm<sup>3</sup>

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

TABLA N°1

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS  
TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples, cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

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

### SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

Los concretos con mayor tamaño de agregados, requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura ;en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada, la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 5"

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO	C
---------------------------	---

ingresar opción desde A - H



**GEOMG S.A.C.**  
Ing. Jorge E. Morillo Prujillo  
CIP N° 68738

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 Lt. 8-9  
Nuevo Chimbote - Santa - Ancash  
Cel. 943355197 - 998185953, email: geomg17@yahoo.es - informes@geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0371-02**

<p><b>Resistencia Promedio</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <math display="block">f_{cp} = \frac{f_c}{1-v}</math> </div> <p><b>Ingresar datos:</b></p> <p>ingresar (Resistencia especificada en plano)</p> <p>f<sub>c</sub>= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="210"/> Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm<sup>2</sup>,</p> <p>ingresar (ver tabla N° 7)</p> <p>v= <input style="width: 50px;" type="text"/> Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.</p> <p>ingresar (ver tabla N° 8)</p> <p>t= <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p><b>Cuando no hay datos disponibles</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Menos de 210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="width: 50%;">f<sub>c</sub> + 70</td> </tr> <tr> <td>210 Kg/cm<sup>2</sup> a 345Kg/cm<sup>2</sup></td> <td>f<sub>c</sub> + 84</td> </tr> <tr> <td>Mas de 345Kg/cm<sup>2</sup></td> <td>f<sub>c</sub> + 98</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p><b>resultado</b></p> <p>f<sub>cp</sub>= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="294"/> kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Resistencia promedio necesaria en obra</p> </div>	Menos de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> + 70	210 Kg/cm <sup>2</sup> a 345Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> + 84	Mas de 345Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> + 98	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">tabla 7 valores de v</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">GRADO DE CONTROL</th> <th style="text-align: center;">COEFICIENTE DE VARIACIÓN v</th> </tr> <tr> <td>- Ensayos de laboratorio</td> <td style="text-align: center;">5%</td> </tr> <tr> <td>- Excelente en obra</td> <td style="text-align: center;">10% a 12%</td> </tr> <tr> <td>- Bueno</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> <tr> <td>- Regular</td> <td style="text-align: center;">18%</td> </tr> <tr> <td>- Inferior</td> <td style="text-align: center;">20%</td> </tr> <tr> <td>- Malo</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">tabla 8 valores de "t"</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">N° de muestras</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Posibilidades de caer debajo del limite inferior</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">menos 1</th> <th style="text-align: center;">1 en 5</th> <th style="text-align: center;">1 en 10</th> <th style="text-align: center;">1 en 20</th> </tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1.376</td><td style="text-align: center;">3.078</td><td style="text-align: center;">6.314</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">1.081</td><td style="text-align: center;">1.866</td><td style="text-align: center;">2.920</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">0.978</td><td style="text-align: center;">1.638</td><td style="text-align: center;">2.353</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">0.941</td><td style="text-align: center;">1.533</td><td style="text-align: center;">2.132</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">0.920</td><td style="text-align: center;">1.478</td><td style="text-align: center;">2.015</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">0.906</td><td style="text-align: center;">1.440</td><td style="text-align: center;">1.943</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">0.896</td><td style="text-align: center;">1.415</td><td style="text-align: center;">1.895</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">0.889</td><td style="text-align: center;">1.397</td><td style="text-align: center;">1.86</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">0.883</td><td style="text-align: center;">1.383</td><td style="text-align: center;">1.838</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">0.879</td><td style="text-align: center;">1.372</td><td style="text-align: center;">1.812</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">0.866</td><td style="text-align: center;">1.341</td><td style="text-align: center;">1.753</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">0.860</td><td style="text-align: center;">1.325</td><td style="text-align: center;">1.725</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">0.856</td><td style="text-align: center;">1.316</td><td style="text-align: center;">1.708</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0.854</td><td style="text-align: center;">1.310</td><td style="text-align: center;">1.697</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">&gt;30</td><td style="text-align: center;">0.842</td><td style="text-align: center;">1.282</td><td style="text-align: center;">1.645</td><td></td></tr> </table>	tabla 7 valores de v		GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN v	- Ensayos de laboratorio	5%	- Excelente en obra	10% a 12%	- Bueno	15%	- Regular	18%	- Inferior	20%	- Malo	25%	tabla 8 valores de "t"				N° de muestras	Posibilidades de caer debajo del limite inferior			menos 1	1 en 5	1 en 10	1 en 20	1	1.376	3.078	6.314		2	1.081	1.866	2.920		3	0.978	1.638	2.353		4	0.941	1.533	2.132		5	0.920	1.478	2.015		6	0.906	1.440	1.943		7	0.896	1.415	1.895		8	0.889	1.397	1.86		9	0.883	1.383	1.838		10	0.879	1.372	1.812		15	0.866	1.341	1.753		20	0.860	1.325	1.725		25	0.856	1.316	1.708		30	0.854	1.310	1.697		>30	0.842	1.282	1.645	
Menos de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> + 70																																																																																																													
210 Kg/cm <sup>2</sup> a 345Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> + 84																																																																																																													
Mas de 345Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> + 98																																																																																																													
tabla 7 valores de v																																																																																																														
GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN v																																																																																																													
- Ensayos de laboratorio	5%																																																																																																													
- Excelente en obra	10% a 12%																																																																																																													
- Bueno	15%																																																																																																													
- Regular	18%																																																																																																													
- Inferior	20%																																																																																																													
- Malo	25%																																																																																																													
tabla 8 valores de "t"																																																																																																														
N° de muestras	Posibilidades de caer debajo del limite inferior																																																																																																													
	menos 1	1 en 5	1 en 10	1 en 20																																																																																																										
1	1.376	3.078	6.314																																																																																																											
2	1.081	1.866	2.920																																																																																																											
3	0.978	1.638	2.353																																																																																																											
4	0.941	1.533	2.132																																																																																																											
5	0.920	1.478	2.015																																																																																																											
6	0.906	1.440	1.943																																																																																																											
7	0.896	1.415	1.895																																																																																																											
8	0.889	1.397	1.86																																																																																																											
9	0.883	1.383	1.838																																																																																																											
10	0.879	1.372	1.812																																																																																																											
15	0.866	1.341	1.753																																																																																																											
20	0.860	1.325	1.725																																																																																																											
25	0.856	1.316	1.708																																																																																																											
30	0.854	1.310	1.697																																																																																																											
>30	0.842	1.282	1.645																																																																																																											

**TABLA N°3  
CONCRETOS NORMALES  
RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f <sub>cp</sub> ) kg/cm <sup>2</sup>	RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	----
400	0.43	----
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71



**GEOMG S.A.C.**  
*Jorge E. Morillo Trujillo*  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
CIP N° 68738

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0371-03

### CALCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cp}$  de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizara la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

$f'_{cp}$ =  Resistencia promedio requerida

#### Interpolación valores de tabla N°3

$f'_{cp}$ (kg/cm2)	a/c relación
300	0.55
294	0.56
250	0.62

Resultado Relación agua - cemento

#### INGRESAR:

(ver resultado de interpolación de la tabla N°3 para concretos normales y tabla N° 4 para concretos especiales.)

Relación agua - cemento

### CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m3)=  $\frac{\text{Agua de mezclado (kg/m3)}}{\text{relación agua - cemento}}$

Cont. Cemento=  $\frac{205}{0.50}$  kg/m3

Resultado  
Cont. Cemento=  Kg/m3 =  Bls/m3

### DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS

**Agregado fino:** Procedente de la Cantera "La Carbonera" - Chero  
**Agregado Grueso:** Procedente de la Cantera "Piedra Lisa" - Chero  
Muestras proporcionadas por el solicitante

Descripción	Ingresar datos	
	Ag. fino	Ag. grueso
Peso específico	<input type="text" value="2.73"/> gr/cm3	<input type="text" value="2.80"/> gr/cm3
Peso Unitario suelto	<input type="text" value="1631"/> kg/m3	<input type="text" value="1442"/> kg/m3
Peso Unitario compactado	<input type="text" value="1777"/> kg/m3	<input type="text" value="1632"/> kg/m3
Contenido de humedad	<input type="text" value="0.59"/> %	<input type="text" value="0.20"/> %
Porcentaje de absorción	<input type="text" value="1.08"/> %	<input type="text" value="0.46"/> %
Módulo de fineza	<input type="text" value="2.67"/>	<input type="text" value="---"/>



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68733

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 Lt. 8-9  
Nuevo Chimbote - Santa - Ancash

Cel. 943355197 - 998185953, email: geomg17@yahoo.es - informes@geomgsac.com

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0371-04

### AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:

		Agregado Grueso	Agregado fino
Húm. total	W%	0.2 %	0.59 %
% de absorción	A%	0.46 %	1.08 %

### AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD

	Pesos materiales/m3 sin corrección	Pesos materiales/m3 corregidas
Cemento	410.0 kgs	410.0 kgs
A. Fino	847.1 kgs	852.1 kgs
A. Grueso	910.656 kgs	912.5 kgs
Agua	205 kgs o lts	211.5 lts

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

### EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN PESO

Por cada kg de cemento se usara:

Cemento	$\frac{410.0}{410.0} = 1$	A. grueso	$\frac{912.5}{410.0} = 2.23$
A. Fino	$\frac{852.1}{410.0} = 2.08$	Agua	$\frac{211.5}{410.0} = 0.52$

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1	:	2.08	:	2.23	/	0.52
---	---	------	---	------	---	------

### CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO

Bolsas de cemento:

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	Kgs.
Agregado fino	2.08	x	42.5	=	88.33	Kgs.
Agregado grueso	2.23	x	42.5	=	94.59	Kgs.
Agua efectiva	0.52	x	42.5	=	21.93	lts.

### EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento	1	pie <sup>3</sup>
Agregado fino	1.91	pie <sup>3</sup>
Agregado grueso	2.32	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	22.65	Lts/Bls

1	:	1.91	:	2.32	/	22.65
---	---	------	---	------	---	-------



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge B. Morillo Trujillo  
CIP N° 66734

**Anexo 25.** Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra patrón a los 7 días)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0393-01**

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTA : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO GENIZARIO  
FECHA : 17/04/2024

Maquina de ensayo uniáxial: ELE INTERNACIONAL / DCSI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	10/04/2024	17/04/2024	7	102.9	204.2	8316.1	20000	196	23.6	240	5	No
2		10/04/2024	17/04/2024	7	102.6	205.5	8267.7	20554	202	24.4	249	5	No
3		10/04/2024	17/04/2024	7	102.8	204.1	8267.7	19947	196	23.7	241	2	No
4		10/04/2024	17/04/2024	7	102.1	203.6	8187.3	19752	194	23.7	241	5	No
5		10/04/2024	17/04/2024	7	102.4	205.1	8235.5	19259	189	22.9	234	5	No
6		10/04/2024	17/04/2024	7	102.7	205.4	8283.8	20119	197	23.8	243	2	No
7		10/04/2024	17/04/2024	7	102.6	203.9	8257.7	20345	200	24.1	246	5	No
8		10/04/2024	17/04/2024	7	101.9	203.7	8155.3	19820	195	24.0	244	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

**Anexo 26.** Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra patrón a los 14 días)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0412-01**

TESIS	: ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024
TESISTA	: GIVO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO
FECHA	: 24/04/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> Patrón	10/04/2024	24/04/2024	14	102.1	203.5	8187.3	23199	228	27.8	283	2	No
2		10/04/2024	24/04/2024	14	102.5	203.7	8251.6	23116	227	27.5	280	3	No
3		10/04/2024	24/04/2024	14	101.8	203.3	8139.3	23329	229	28.1	287	6	No
4		10/04/2024	24/04/2024	14	101.5	203.7	8091.4	23252	228	28.2	287	5	No
5		10/04/2024	24/04/2024	14	101.6	203.8	8107.3	23085	226	27.9	285	2	No
6		10/04/2024	24/04/2024	14	101.8	204.8	8139.3	23071	226	27.8	283	2	No
7		10/04/2024	24/04/2024	14	102.0	204.1	8171.3	23301	229	28.0	285	2	No
8		10/04/2024	24/04/2024	14	101.8	203.7	8139.3	23005	226	27.7	283	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

**Anexo 27. Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra patrón a los 21 días)**



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0441-01**

TESIS	: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"
TESTISTAS	: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEV CURIBANCO CENZARZO
FECHA	: 01/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DCSI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falta	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm2 Patrón	10/04/2024	01/05/2024	21	102.3	203.8	8219.4	24452	240	29.2	297	5	No
2		10/04/2024	01/05/2024	21	102.8	204.9	8300.0	24467	240	28.9	295	5	No
3		10/04/2024	01/05/2024	21	102.6	204.4	8267.7	24599	241	29.2	298	2	No
4		10/04/2024	01/05/2024	21	102.0	204.8	8171.3	24687	242	29.6	302	4	No
5		10/04/2024	01/05/2024	21	102.1	203.6	8187.3	24531	241	29.4	300	5	No
6		10/04/2024	01/05/2024	21	102.8	204.7	8267.7	24415	239	29.0	295	2	No
7		10/04/2024	01/05/2024	21	101.4	203.9	8075.4	24506	240	29.8	303	5	No
8		10/04/2024	01/05/2024	21	101.7	204.1	8123.3	24428	240	29.5	301	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



ELE



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68753

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

**Anexo 28. Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra patrón a los 28 días)**

**GEOMG S.A.C.**

INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0467-01**

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTAS : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO GENIZARIO  
FECHA : 08/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DCSI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm2 F'cd 01	10/04/2024	08/05/2024	28	102.8	203.8	8300.0	25460	250	30.1	307	5	No
2		10/04/2024	08/05/2024	28	102.2	203.4	8203.4	25399	249	30.4	310	5	No
3		10/04/2024	08/05/2024	28	101.8	204.8	8139.3	25450	250	30.7	313	5	No
4		10/04/2024	08/05/2024	28	101.8	203.2	8139.3	25516	250	30.7	313	5	No
5		10/04/2024	08/05/2024	28	101.7	204.9	8123.3	25536	250	30.8	314	5	No
6		10/04/2024	08/05/2024	28	102.2	204.4	8203.4	28493	250	30.5	311	2	No
7		10/04/2024	08/05/2024	28	102.8	204.7	8300.0	25510	250	30.1	307	5	No
8		10/04/2024	08/05/2024	28	102.3	204.4	8219.4	25577	251	30.5	311	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



**GEOMG S.A.C.**  
Ing. Jorge E. Korillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## Anexo 29. Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra al 10%)



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

### INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0394-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTA : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO  
FECHA : 18/04/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS/ CC - 30010

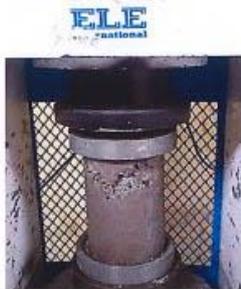
Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

#### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 10% f y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 10%.	11/04/2024	18/04/2024	7	102.1	204.0	8187.3	16821	165	20.1	205	2	No
2		11/04/2024	18/04/2024	7	101.7	205.2	8123.3	16462	161	19.9	203	2	No
3		11/04/2024	18/04/2024	7	101.4	205.0	8075.4	17027	167	20.7	211	2	No
4		11/04/2024	18/04/2024	7	102.3	204.4	8219.4	16821	165	20.1	205	2	No
5		11/04/2024	18/04/2024	7	102.7	204.8	8263.8	16462	161	19.5	199	2	No
6		11/04/2024	18/04/2024	7	102.8	203.7	8300.0	17027	167	20.1	205	2	No
7		11/04/2024	18/04/2024	7	101.8	204.1	8139.3	16462	161	19.8	202	2	No
8		11/04/2024	18/04/2024	7	101.5	203.9	8091.4	17027	167	20.6	210	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68733

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0413-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTA : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO  
FECHA : 25/04/2024

Máquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm2 sustitución de cemento por cenizas de carbon 10% y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 10%.	11/04/2024	25/04/2024	14	101.8	204.1	8139.3	20091	197	24.2	247	2	No
2		11/04/2024	25/04/2024	14	101.5	204.4	8091.4	20013	196	24.3	247	2	No
3		11/04/2024	25/04/2024	14	102.2	203.8	8203.4	19989	196	23.9	244	2	No
4		11/04/2024	25/04/2024	14	102.7	204.6	8283.8	20084	197	23.8	242	5	No
5		11/04/2024	25/04/2024	14	102.3	204.1	8219.4	19987	196	23.8	243	2	No
6		11/04/2024	25/04/2024	14	102.0	203.9	8171.3	20003	196	24.0	245	2	No
7		11/04/2024	25/04/2024	14	101.5	203.2	8091.4	20012	196	24.3	247	2	No
8		11/04/2024	25/04/2024	14	101.5	204.6	8091.4	20009	196	24.3	247	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Prujillo  
CIP N° 68732

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0442-01**

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTAS : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO  
FECHA : 02/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DCSI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO  
(ASTM C39/C39M - 18)**

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm2 sustitución de cemento por cenizas de carbon 10% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 10%.	11/04/2024	02/05/2024	21	102.0	203.8	8171.3	21004	208	25.2	257	2	No
2		11/04/2024	02/05/2024	21	102.5	203.4	8251.6	21160	208	25.1	256	2	No
3		11/04/2024	02/05/2024	21	102.3	203.6	8219.4	21054	208	25.1	256	5	No
4		11/04/2024	02/05/2024	21	102.1	204.1	8187.3	21187	208	25.4	259	2	No
5		11/04/2024	02/05/2024	21	102.3	203.8	8219.4	21014	208	25.1	256	2	No
6		11/04/2024	02/05/2024	21	101.8	204.5	8139.3	21200	208	25.5	260	2	No
7		11/04/2024	02/05/2024	21	101.5	204.5	8091.4	20996	208	25.4	259	2	No
8		11/04/2024	02/05/2024	21	102.6	204.2	8267.7	21263	209	25.2	257	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



**GEOMG S.A.C.**  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68733

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0470-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM<sup>2</sup> CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTAS : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIÑO  
FECHA : 09/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS/ CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 10% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 10%.	11/04/2024	09/05/2024	28	102.2	204.6	8203.4	21736	213	26.0	265	2	No
2		11/04/2024	09/05/2024	28	102.6	204.1	8267.7	21684	213	25.7	262	5	No
3		11/04/2024	09/05/2024	28	102.4	206.3	8235.5	21593	212	25.7	262	2	No
4		11/04/2024	09/05/2024	28	101.8	204.8	8199.3	21649	212	26.0	266	2	No
5		11/04/2024	09/05/2024	28	102.5	204.0	8251.6	21701	213	25.8	263	2	No
6		11/04/2024	09/05/2024	28	102.1	204.3	8187.3	21716	213	26.0	265	2	No
7		11/04/2024	09/05/2024	28	101.8	203.7	8139.3	21582	212	26.0	265	2	No
8		11/04/2024	09/05/2024	28	102.0	204.5	8171.3	21693	213	26.0	265	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Norillo Trujillo  
CIP N° 68733

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

**Anexo 30. Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra al 15%)**



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0396-01**

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTA : GIVO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARZO  
FECHA : 19/04/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 15% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 15%.	12/04/2024	19/04/2024	7	101.7	205.2	8123.3	14910	146	18.0	184	2	No
2		12/04/2024	19/04/2024	7	101.4	204.0	8075.4	14857	146	18.0	184	2	No
3		12/04/2024	19/04/2024	7	102.9	203.1	8316.1	15579	153	18.4	187	5	No
4		12/04/2024	19/04/2024	7	101.7	203.9	8123.3	16124	148	18.3	186	2	No
5		12/04/2024	19/04/2024	7	102.0	203.5	8171.3	15096	148	18.1	185	2	No
6		12/04/2024	19/04/2024	7	102.4	204.3	8235.5	14896	146	17.7	181	5	No
7		12/04/2024	19/04/2024	7	102.2	204.6	8206.6	14926	146	17.8	182	2	No
8		12/04/2024	19/04/2024	7	101.5	203.8	8091.4	14980	147	18.2	185	5	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
*Jorge E. Morillo Trujillo*  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0416-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTA : GINO MISAEEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO GENIZARIO  
FECHA : 26/04/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO (ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 15% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 15%.	12/04/2024	26/04/2024	14	102.6	205.0	8267.7	17416	171	20.7	211	2	No
2		12/04/2024	26/04/2024	14	101.7	204.2	8123.3	17400	171	21.0	214	3	No
3		12/04/2024	26/04/2024	14	102.4	203.3	8235.5	17453	171	20.8	212	6	No
4		12/04/2024	26/04/2024	14	101.3	205.5	8059.5	17382	170	21.2	216	2	No
5		12/04/2024	26/04/2024	14	102.0	203.8	8171.3	17463	171	21.0	214	2	No
6		12/04/2024	26/04/2024	14	102.1	204.2	8187.3	17414	171	20.9	213	2	No
7		12/04/2024	26/04/2024	14	102.1	203.7	8187.3	17409	171	20.9	213	2	No
8		12/04/2024	26/04/2024	14	101.4	203.7	8075.4	17449	171	21.2	216	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Brujillo  
CIP N° 68732

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0443-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM<sup>2</sup> CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTAS : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO  
FECHA : 03/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS/ CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO (ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 15% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 15%	12/04/2024	03/05/2024	21	101.9	203.4	8155.3	18590	182	22.4	228	2	No
2		12/04/2024	03/05/2024	21	102.2	204.6	8203.4	18512	182	22.1	226	2	No
3		12/04/2024	03/05/2024	21	102.3	204.5	8219.4	18596	182	22.2	226	5	No
4		12/04/2024	03/05/2024	21	101.6	203.8	8091.4	18603	182	22.5	230	2	No
5		12/04/2024	03/05/2024	21	102.9	203.4	8316.1	18594	183	22.0	225	2	No
6		12/04/2024	03/05/2024	21	102.4	203.2	8235.5	18515	182	22.0	225	5	No
7		12/04/2024	03/05/2024	21	102.0	203.0	8171.3	18556	182	22.3	227	2	No
8		12/04/2024	03/05/2024	21	102.0	204.8	8171.3	18584	182	22.3	227	5	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



ELE  
INTERNACIONAL



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0480-01**

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM<sup>2</sup> CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
 TESISTAS : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARZO  
 FECHA : 10/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DCSI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 15% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 15%	12/04/2024	10/05/2024	28	101.8	203.5	8139.3	19151	188	23.1	235	2	No
2		12/04/2024	10/05/2024	28	101.6	204.4	8091.4	19200	188	23.3	237	2	No
3		12/04/2024	10/05/2024	28	102.3	204.9	8219.4	19136	188	22.8	233	5	No
4		12/04/2024	10/05/2024	28	102.0	204.8	8214.1	19103	187	22.5	230	2	No
5		12/04/2024	10/05/2024	28	102.3	204.6	8219.4	19158	188	22.9	233	2	No
6		12/04/2024	10/05/2024	28	102.5	205.0	8251.6	19085	187	22.7	231	5	No
7		12/04/2024	10/05/2024	28	101.7	204.6	8123.3	19114	187	23.1	235	2	No
8		12/04/2024	10/05/2024	28	101.9	204.8	8155.3	19140	188	23.0	235	5	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionadas por el solicitante.



ELE  
INTERNACIONAL



GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68733

Realizado por: M.C.  
 Revisado por: J.M.T.

**Anexo 31. Resultados de ensayos de laboratorio (Resistencia a la compresión de muestra al 20%)**



INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0398-01**

TESIS	: ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024
TESISTA	: GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO
FECHA	: 20/04/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DSGI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 697 - 2023

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO  
(ASTM C39/C39M - 18)**

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 20% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 20%.	13/04/2024	20/04/2024	7	101.5	205.0	8091.4	10265	101	12.4	127	5	No
2		13/04/2024	20/04/2024	7	102.0	204.0	8171.3	10588	104	12.7	130	5	No
3		13/04/2024	20/04/2024	7	102.5	204.8	8251.6	11886	117	14.1	144	2	No
4		13/04/2024	20/04/2024	7	101.8	204.4	8139.3	10628	104	12.8	131	5	No
5		13/04/2024	20/04/2024	7	102.2	204.7	8203.4	10703	105	12.8	130	5	No
6		13/04/2024	20/04/2024	7	102.9	203.3	8316.1	11321	111	13.3	136	2	No
7		13/04/2024	20/04/2024	7	102.3	203.7	8219.4	11407	112	13.6	139	5	No
8		13/04/2024	20/04/2024	7	101.8	204.9	8139.3	10982	108	13.2	135	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



**GEOMG S.A.C.**  
*Jorge E. Hortal Trujillo*  
Ing. Jorge E. Hortal Trujillo  
C.R. N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0423-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTA : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARZO  
FECHA : 27/04/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 698 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 20% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 20%.	13/04/2024	27/04/2024	14	101.7	204.4	8123.3	12915	127	15.6	159	2	No
2		13/04/2024	27/04/2024	14	102.2	204.8	8203.4	12875	126	15.4	157	2	No
3		13/04/2024	27/04/2024	14	102.4	204.0	8235.5	12880	126	15.3	156	2	No
4		13/04/2024	27/04/2024	14	101.9	204.5	8199.3	12901	127	15.5	158	3	No
5		13/04/2024	27/04/2024	14	102.6	204.1	8267.7	12916	127	15.3	156	3	No
6		13/04/2024	27/04/2024	14	102.2	203.9	8203.4	12904	127	15.4	157	2	No
7		13/04/2024	27/04/2024	14	102.8	205.1	8300.0	12889	126	15.2	155	2	No
8		13/04/2024	27/04/2024	14	101.9	204.5	8155.3	12891	126	15.5	158	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



ELE  
INTERNACIONAL



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge B. Morillo Trujillo  
CIP N° 68736

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0451-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM<sup>2</sup> CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTAS : GINO MISAEI MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARIO  
FECHA : 04/05/2024

Maquina de ensayo uniáxial: ELE INTERNACIONAL / DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 20% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 20%.	13/04/2024	04/05/2024	21	101.7	203.8	8123.3	13680	134	16.5	166	3	No
2		13/04/2024	04/05/2024	21	101.5	203.3	8091.4	13672	134	16.6	169	6	No
3		13/04/2024	04/05/2024	21	102.2	204.3	8203.4	13683	134	16.4	167	5	No
4		13/04/2024	04/05/2024	21	102.4	204.8	8235.5	13703	134	16.3	166	6	No
5		13/04/2024	04/05/2024	21	102.1	205.1	8187.3	13712	134	16.4	167	5	No
6		13/04/2024	04/05/2024	21	102.7	203.9	8283.8	13651	134	16.2	165	2	No
7		13/04/2024	04/05/2024	21	101.6	203.5	8107.3	13685	134	16.6	169	6	No
8		13/04/2024	04/05/2024	21	101.4	203.3	8075.4	13639	134	16.6	169	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morino Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0485-01

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBÓN Y CONCHAS DE ABANICO, CHIMBOTE, 2024"  
TESISTAS : GINO MISAEL MERCEDES MARCELO Y GENESIS BELEN CURIBANCO CENZARID  
FECHA : 11/05/2024

Maquina de ensayo uniaxial: ELE INTERNACIONAL / DSGI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 898 - 2023 / LFP - 897 - 2023

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
1	Concreto diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> sustitución de cemento por cenizas de carbon 20% / y sustitución de agregado fino por conchas de abanico 20%.	13/04/2024	11/05/2024	28	101.8	203.8	8139.3	14261	140	17.2	175	5	No
2		13/04/2024	11/05/2024	28	101.6	204.2	8107.3	14197	139	17.2	175	5	No
3		13/04/2024	11/05/2024	28	102.0	204.7	8171.3	14216	139	17.1	174	2	No
4		13/04/2024	11/05/2024	28	101.8	204.4	8139.3	14256	140	17.2	175	5	No
5		13/04/2024	11/05/2024	28	101.9	204.1	8155.3	14317	140	17.2	176	5	No
6		13/04/2024	11/05/2024	28	102.8	203.9	8267.7	14346	141	17.0	174	2	No
7		13/04/2024	11/05/2024	28	102.5	203.8	8251.6	14281	140	17.0	173	5	No
8		13/04/2024	11/05/2024	28	102.0	204.2	8171.3	14301	140	17.2	175	2	No

Observaciones: La información sobre el moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68734

Realizado por: M.C.  
Revisado por: J.M.T.

## Anexo 32. Muestreo probabilístico para cálculo de muestra

### CÁLCULO DE LA MUESTRA

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

Reemplazando los datos:

$$n = \frac{192 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2 * (192 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$

$$n = \frac{184.3968}{1.4379} = 128$$

Donde:

$$N = 192$$

$$\sigma = 0.5$$

$$Z = 1.96$$

$$e = 0.05$$

n = tamaño de la muestra es 128

## Anexo 33. Panel Fotográfico

**Imagen 1:** Entrega del carbón vegetal para ensayos químicos



**Imagen 2:** Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C



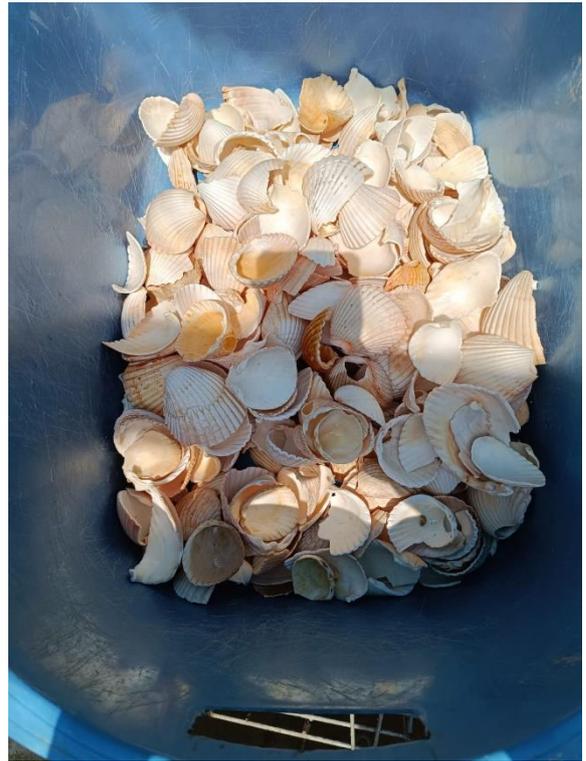
**Imagen 3:** Equipos utilizados para el análisis térmico diferencial y fluorescencia de rayos x



**Imagen 4:** Adquisición de los agregados gruesos y finos de la cantera “CHERO”



**Imagen 6:** Lavado y secado de conchas de abanico



**Imagen 5:** Triturado manual con molino de las conchas de abanico



**Imagen 7:** Triturado y tamizado de las conchas de abanico



**Imagen 9:** Tamizado del agregado fino para el análisis granulométrico



**Imagen 8:** Pesado para la obtención de los retenidos del agregado fino



**Imagen 10:** Tamizado del agregado grueso para el análisis granulométrico



**Imagen 11:** Pesado para la obtención de los retenidos del agregado grueso



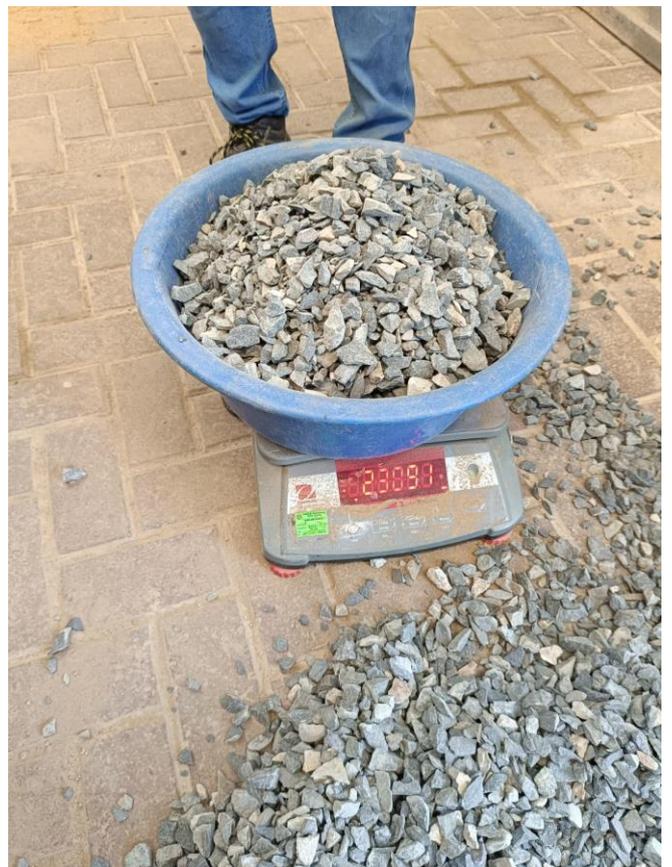
**Imagen 12:** Tamizado para el análisis granulométrico de las conchas de abanico



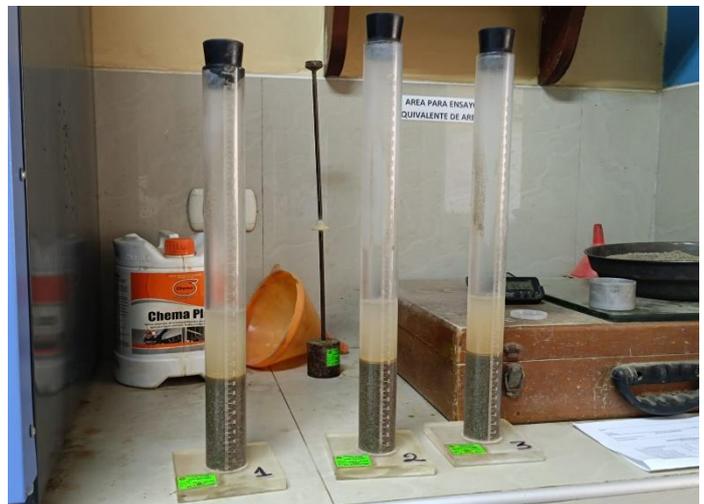
**Imagen 13:** Proceso del pesado del material suelto y varillado del agregado fino



**Imagen 14:** Proceso del pesado del material suelto y varillado del agregado grueso



**Imagen 15:** Proceso de ensayo de equivalente de arena



**Imagen 16:** Proceso de ensayo de Abrasión los Ángeles

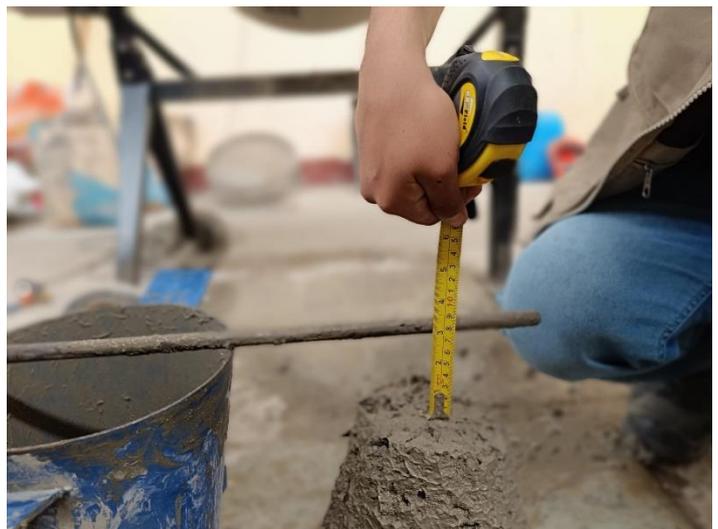


Imagen 17: Insumos para el concreto según diseño de mezcla



**Imagen 18:** Proceso del Ensayo de revenimiento





**Imagen 19:** Proceso de elaboración de probetas

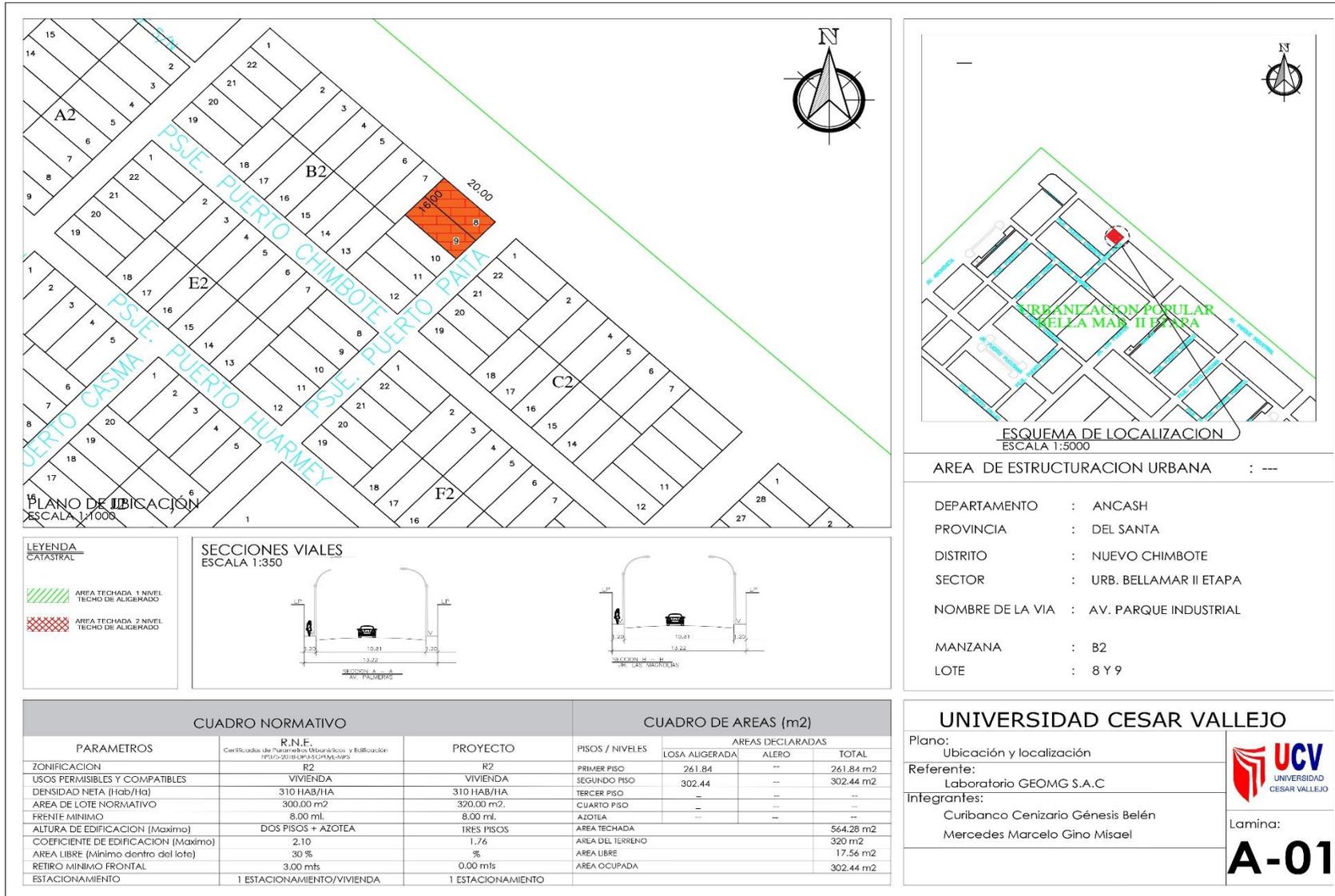


**Imagen 20:** Proceso de ensayo de la resistencia a la compresión





## Anexo 32. Plano de ubicación y localización del laboratorio de mecánica de suelos



**Anexo 34.** Información de la revista científica donde se postulará el artículo proveniente de los resultados de la presente investigación

<b>Título tentativo del artículo científico</b>	Análisis de la resistencia a compresión del concreto $F_c=210\text{kg/cm}^2$ con cenizas de carbón y conchas de abanico, Chimbote, 2023
<b>Nombre de la revista a postular</b>	Ingeniería e Investigación
<b>URL de revista</b>	<a href="https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingevinv">https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingevinv</a>
<b>Base de datos de indización</b>	Web of Science-Scopus
<b>Cuartil</b>	Q3
<b>Idioma</b>	Ingles
<b>ISSN</b>	01205609
<b>h-index</b>	18