



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Optimización del cemento en una mezcla de concreto 280kg/  
cm<sup>2</sup> mediante el uso de ceniza de cáscara de arroz, Chimbote,  
2023”.

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

**AUTORES:**

De Paz Huaman, Jerson Yordan ([orcid.org/0000-0002-8185-191X](https://orcid.org/0000-0002-8185-191X))

Paredes Zelaya, Percy Williams ([orcid.org/0000-0003-2696-8207](https://orcid.org/0000-0003-2696-8207))

**ASESOR:**

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard ([orcid.org/0000-0001-5699-1323](https://orcid.org/0000-0001-5699-1323))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2024**

## DEDICATORIA

A nuestro redentor omnipotente que nos ha proporcionado la cordura y los medios necesarios para no desistir ante nuestro objetivo trazado el cual es tener el grado de titulados, para cumplir nuestro gran sueño de ser Ingenieros Civiles.

De igual manera dedicamos esta tesis a De Paz López Juan y Huamán Diaz Anavela, padres de Jerson Yordan De Paz Huamán, asimismo a Paredes Tacón Fausto y Zelaya Aguilar Luz, padres de Paredes Zelaya Percy Williams; que siempre supieron inculcarnos buenos valores y forjar en nosotros personas de bien.

A nuestros hermanos por los ánimos dados y por sacarnos una sonrisa ante los momentos complicados de nuestra vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Estamos agradecidos por las bendiciones que nuestro Padre Celestial nos da cada día, y por encaminar nuestras vidas por el camino correcto; ya que él es quien llena de energía y vitalidad nuestro ser.

A nuestro asesor el Ing. Olarte Pinares Jorge Richard, por todas las indicaciones y recomendaciones transmitidas en cada sesión, para poder ir mejorando y dando forma a nuestra tesis, la cual es de gran aporte a nuestro Distrito de Chimbote, para la valoración y reutilización de un material que se encuentra en todo el vasto valle del Santa.

A la Universidad César Vallejo por contar con programas de titulación para alumnos que llegan de universidades no licenciadas y que desean alcanzar el gran anhelo de ser profesionales con todos sus grados académicos.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, 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 Completa titulada: "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, Chimbote, 2023"., cuyos autores son DE PAZ HUAMAN JERSON YORDAN, PAREDES ZELAYA PERCY WILLIAMS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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 Completa 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, 26 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
OLARTE PINARES JORGE RICHARD <b>DNI:</b> 40752422 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 02-01- 2024 21:48:41

Código documento Trilce: TRI - 0708737





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, DE PAZ HUAMAN JERSON YORDAN, PAREDES ZELAYA PERCY WILLIAMS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 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: "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DE PAZ HUAMAN JERSON YORDAN <b>DNI:</b> 71043750 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8185-191X	Firmado electrónicamente por: JEPAZHU el 26-12-2023 17:36:35
PAREDES ZELAYA PERCY WILLIAMS <b>DNI:</b> 70179445 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2696-8207	Firmado electrónicamente por: PEPAREDESZE el 26-12-2023 17:20:24

Código documento Trilce: INV - 1466517

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES.....	v
Índice de Contenidos .....	vi
Índice de Tablas .....	vii
Índice de Figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	14
3.2. Variables y Operacionalización .....	14
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	15
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad .....	17
3.5. Procedimiento.....	18
3.6. Método de Análisis de Datos .....	43
3.7. Aspectos Éticos .....	43
IV. RESULTADOS .....	44
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES .....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS .....	62
ANEXOS.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Composición Química de la Ceniza de Cáscara de Arroz .....	8
<b>Tabla 2:</b> Dosificación del Concreto .....	9
<b>Tabla 3:</b> Cuadro de estimación de Asentamiento en Cono de Abrams en cm. ....	12
<b>Tabla 4:</b> Relación de Compresión según Diseño y Números de Briquetas .....	17
<b>Tabla 5:</b> Resumen de Diseño de Mezcla .....	44
<b>Tabla 6:</b> Peso Específico de las muestras .....	44
<b>Tabla 7:</b> Resistencias de las Roturas de Probetas con la integración de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz) .....	46
<b>Tabla 8:</b> Peso de la Cantidad Optimizada del Cemento con la incorporación de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz) .....	46
<b>Tabla 9:</b> Contenido de Aire del concreto en estado fresco con adición de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz) .....	48
<b>Tabla 10:</b> Slump del concreto en estado fresco con la integración de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz) .....	51
<b>Tabla 11:</b> Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión .....	52
<b>Tabla 12:</b> Correlación de Pearson para la Resistencia a la Compresión .....	53
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Normalidad para el Peso Optimizado del Cemento .....	53
<b>Tabla 14:</b> Correlación de Pearson para el Peso Optimizado del Cemento .....	54
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Normalidad para el Contenido de Aire .....	55
<b>Tabla 16:</b> Correlación de Pearson para el Contenido de Aire .....	56
<b>Tabla 17:</b> Prueba de Normalidad para la Variación del Slump .....	56
<b>Tabla 18:</b> Correlación de Pearson para la Variación del Slump .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Olla de Washington .....	11
<b>Figura 2:</b> Se muestra el Cono de Abrams y su respectivo Asentamiento .....	11
<b>Figura 3:</b> Rotura de probeta para encontrar su resistencia .....	12
<b>Figura 4:</b> Esquema de la Población en Estudio .....	16
<b>Figura 5:</b> Probeta de Concreto .....	16
<b>Figura 6:</b> Cáscara de Arroz del molino Santa Cruz .....	19
<b>Figura 7:</b> Uso del molino de mano .....	19
<b>Figura 8:</b> Muestra molida .....	20
<b>Figura 9:</b> Muestra molida en la mufla .....	20
<b>Figura 10:</b> Ceniza de Cáscara de Arroz obtenida .....	21
<b>Figura 11:</b> Agregado para la granulometría .....	22
<b>Figura 12:</b> Cuarteado de los áridos finos .....	22
<b>Figura 13:</b> Áridos finos obtenidos para la granulometría .....	23
<b>Figura 14:</b> Seleccionado de los áridos gruesos .....	23
<b>Figura 15:</b> Áridos gruesos obtenidos para la granulometría .....	24
<b>Figura 16:</b> Pesado del agregado grueso .....	24
<b>Figura 17:</b> Colocación de los agregados por los tamices. ....	25
<b>Figura 18:</b> Pasando la muestra de agregados finos y grueso por las mallas .....	25
<b>Figura 19:</b> Peso de la muestra que quedo en cada malla .....	26
<b>Figura 20:</b> Llenado de los áridos finos en el recipiente .....	27
<b>Figura 21:</b> Enrasado de los áridos finos .....	27
<b>Figura 22:</b> Peso obtenido de los áridos finos .....	28
<b>Figura 23:</b> Compactado de los áridos finos .....	28
<b>Figura 25:</b> Peso obtenido del agregado fino compactado .....	29
<b>Figura 26:</b> Llenado de los áridos gruesos en el recipiente .....	30
<b>Figura 27:</b> Enrasado de los áridos gruesos .....	30

<b>Figura 28:</b> Peso Obtenido de los áridos gruesos .....	31
<b>Figura 29:</b> Compactado de los áridos gruesos .....	31
<b>Figura 30:</b> Enrasado del material excedente compactado de los áridos gruesos	32
<b>Figura 31:</b> Peso Volumétrico Compactado de loa áridos gruesos.....	32
<b>Figura 32:</b> Llenado de la olla con el concreto en estado fresco .....	33
<b>Figura 33:</b> Enrasado de la olla de Washington .....	34
<b>Figura 34:</b> Colocación de cubierta en la olla.....	34
<b>Figura 35:</b> Nuestras llaves deben estar abiertas para introducir el agua, y pueda salir por la válvula. ....	35
<b>Figura 36:</b> Con las válvulas cerradas se procede a realizar el bombeo .....	35
<b>Figura 37:</b> Verificación del contenido de aire .....	36
<b>Figura 38:</b> Chuseo en 3 capas con 25 golpes .....	37
<b>Figura 39:</b> Retiro del cono de Abrams .....	37
<b>Figura 40:</b> Toma de medida del asentamiento.....	38
<b>Figura 41:</b> Diseño de muestra Patrón.....	39
<b>Figura 42:</b> Diseño de las muestras experimentales al (2%,4% y 6%) .....	39
<b>Figura 43:</b> Fabricación de la mezcla patrón.....	40
<b>Figura 44:</b> Fabricación de las mezclas experimentales al (2%,4% y 6%) .....	40
<b>Figura 45:</b> Chuseado de muestra patrón y muestras experimentales .....	41
<b>Figura 46:</b> Uso del martillo de goma para una mejor compactación de la probeta de diseño .....	41
<b>Figura 47:</b> Rotura de briquetas patrón y experimentales a los 7 días .....	42
<b>Figura 48:</b> Rotura de briquetas patrón y experimentales a los 14 días .....	42
<b>Figura 49:</b> Mapa Político del Perú .....	44
<b>Figura 50:</b> Mapa Político de la provincia del Santa.....	44
<b>Figura 51:</b> Mapa Político del Departamento de Ancash.....	44
<b>Figura 52:</b> Mapa del Distrito de Chimbote .....	44

<b>Figura 53:</b> Probetas con incorporación (2%, 4%,6%) de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	45
<b>Figura 54:</b> Ensayo de Resistencia a la Compresión con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	45
<b>Figura 55:</b> Optimización de la cantidad de Cemento con incorporación de 2%, 4%, 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	46
<b>Figura 56:</b> Ensayo ASTM C231 para encontrar la capacidad de aire de la mezcla patrón y experimentales con Ceniza de Cáscara de Arroz .....	47
<b>Figura 57:</b> Olla de Washington para encontrar la cantidad de vacíos del mortero .....	48
<b>Figura 58:</b> Capacidad de aire en el concreto con 2% 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	49
<b>Figura 59:</b> Cono de Abrams para realizar el Slump con la integración de 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	50
<b>Figura 60:</b> Slump del concreto con el 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	50
<b>Figura 61:</b> Slump del concreto en estado fresco con incorporación de 2% 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz .....	51

## Resumen

En la presente investigación, se tuvo como objetivo optimizar una cantidad de cemento en una mezcla de concreto, la ceniza de cáscara de arroz sustituye parcialmente a la cantidad de cemento, se planteó dosificaciones de 2, 4 y 6%, las particularidades específicas del hormigón evaluadas fueron la resistencia a la compresión, cantidad de vacíos y Slump.

Los resultados muestran que se logra optimizar la cantidad de cemento en 9.52, 28.17 y 55.02 kg/m<sup>3</sup>, y cumplir con la resistencia de diseño de 310.19, 301.83 y 283.05 kg/cm<sup>2</sup> para dosificaciones del 2, 4 y 6% respectivamente, los resultados de la evaluación de concreto específicamente en el contenido de aire se obtuvo como resultado que esta ceniza genera mayor vacíos de aire en el concreto con porcentaje de 2.7, 3.7 y 4.7%, por otra parte el Slump evaluado disminuye de 4" a 3.9", 3.8" y 3.4" para las dosificaciones trabajadas respectivamente, finalmente concluimos que la Ceniza de Cáscara de Arroz en las dosificaciones cumplió con optimizar la cantidad cemento en el diseño de concreto, se pueda usar como aditivo incorporador de aire y utilizar para la disminución del Slump.

**Palabras clave:** Optimización, cemento, resistencia, concreto

## **Abstract**

In the present investigation, the objective was to optimize the amount of cement in a concrete mix; rice husk ash partially replaces the amount of cement; dosages of 2, 4 and 6% were proposed; the specific characteristics of the concrete evaluated were the compressive strength, amount of voids and slump.

The results show that it is possible to optimize the amount of cement in 9.52, 28.17 and 55.02 kg/m<sup>3</sup>, and comply with the design strength of 310.19, 301.83 and 283.05 kg/cm<sup>2</sup> for dosages of 2, 4 and 6% respectively, the results of the evaluation of concrete specifically in the air content was obtained as a result that this ash generates greater air voids in the concrete with percentage of 2.7, 3.7 and 4.7%, on the other hand the Slump evaluated decreases from 4" to 3.9", 3.8" and 3.4" for the dosages worked respectively, finally we conclude that the Rice Husk Ash in the dosages complied with optimizing the amount of cement in the concrete design, it can be used as an air incorporating additive and used for the decrease of the Slump.

**Keywords:** Optimization, cement, resistance, concrete

## I. INTRODUCCIÓN

Para el ámbito internacional, la demanda del concreto es cada vez más grande, debido a que, es necesario el concreto en la mayoría de estructuras que tenemos en las diferentes ciudades como por ejemplo edificaciones, pavimentos, etc. En el ámbito de la infraestructura vial , los pavimentos rígidos día a día van ganando proyección en relación a los otros tipos de pavimento , debido a su alta durabilidad y bajos costos de mantenimiento, la problemática de estas estructuras se centra únicamente en la calidad de producción del concreto y los adecuados procedimientos constructivos, es necesario tener en cuenta los eventos en la industria de la construcción de hoy, ofrece todo tipo de aditivos para las diversas patologías del concreto; sin embargo, estos productos elevan el costo de producción del concreto. Ante esta coyuntura, a nivel mundial se analiza la obligación de proponer nuevas elecciones en relación a los componentes del concreto, buscando aditivos que procedan de materiales reutilizados o naturales y de libre disposición en el ambiente para fines de atender todas las problemáticas del concreto.

En el ámbito nacional, la infraestructura vial en el Perú tiene muchos tipos de caminos y autopistas, según la jerarquización oficial del Perú, el sistema nacional de carreteras (SINAC), en la red nacional de carreteras tenemos la longitudinal de la Costa que forma parte de la carretera Panamericana, la longitudinal de la Sierra, la longitudinal de la selva conocida como la Marginal de la Selva; además, se cuenta con la red departamental o regional vial, la red vial vecinal o rural. En el Perú en la actualidad más del 90% de la red vial se encuentra construida bajo la tipología de pavimentos flexibles, siendo aun insipiente el desarrollo de los pavimentos rígidos a nivel de carreteras; sin embargo, a nivel urbano en las diferentes ciudades del País la elección por el pavimento rígido es predominante. Debido a varios factores climáticos, ambientales, el concreto tiene diferentes patologías por lo que recurre a los aditivos comerciales, lo cual eleva los costos de la producción de concreto, una alternativa para evitar el crecimiento de los costos de la fabricación del concreto es el aprovechamiento de productos reutilizables o naturales, los cuales bajo un sustento técnico satisface la necesidad ante las patologías del concreto.

En el área local, la ciudad de Chimbote situada en el departamento de Ancash, presenta en el área urbana una predominancia del pavimento rígido antes que el pavimento flexible, específicamente en el Jr. Libertad se puede apreciar un pavimento rígido deteriorado de manera prematura lo cual es consecuencia de la mala dosificación de los componentes del concreto y la poco adecuada utilización de aditivos, lo cual ha devenido en la aparición de diferentes patologías o fallas en las losas existentes del pavimento. Otro problema típico en la ciudad de Chimbote es la inspección de calidad inadecuada en la producción de concreto, se ha podido observar durante la producción de concreto que no siempre se cumple con las Especificaciones Técnicas requeridas lo que genera fallas como grietas y desintegración, lo cual se agrava con el elevado tránsito y condiciones climatológicas específicas de cada proyecto.

En el estudio actual se planeó el siguiente **problema general**: ¿De qué forma la sustitución parcial de ceniza de cáscara de arroz trasciende en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón para pavimentos rígidos?; del mismo modo se tiene los siguientes **problemas específicos**: ¿Qué porcentaje de ceniza de cáscara alcanzara la resistencia a la compresión en función a la muestra control en pavimento rígido para consigo llegar a obtener una cantidad de cemento optimizado?, ¿Cuánto contribuye la ceniza de cascara de arroz en la capacidad de vacíos del hormigón en pavimentos rígidos? y ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz en el Slump del hormigón para pavimentos rígidos en la ciudad de Chimbote?.

En el estudio actual La **justificación teórica** se sustenta en aportar nuevos entendimientos sobre el uso de recursos naturales reutilizados como agregados en el hormigón para fines de garantizar las propiedades mecánicas y también las del concreto, basadas en teorías existentes de acorde a los resultados de investigaciones aplicadas ya realizadas. Respecto a la **justificación práctica** de esta investigación propone nuevas estrategias en la producción del concreto utilizando aditivos naturales y garantizando la conducta adecuada del concreto. El recurso natural ceniza hecha de cáscara de arroz contiene sílice en donde se encuentra una gran cantidad puzolánica.

La **justificación social** se enfoca en el uso de aditivos aborígenes en la producción del concreto para garantizar el adecuado comportamiento de los pavimentos rígidos, lo cual va en provecho directo de la población. La **justificación metodológica** se basa en la reutilización de productos naturales utilizados como aditivos en la producción del concreto, proponiendo una solución técnica económica y ambientalmente sustentable.

Se tiene como **objetivo general** lo siguiente: optimizar el uso de cemento en mezclas de hormigón mediante la sustitución parcial de ceniza hecha de cáscara de arroz por cemento en la mezcla de hormigón para pavimentos rígidos. Asimismo, se tiene en cuenta los posteriores **objetivos específicos**: Optimización de una Cantidad de cemento en el diseño del concreto para pavimento rígido empleando cenizas de cáscara de arroz, incrementar la cantidad de vacíos de aire del hormigón a partir del reemplazo de ceniza hecha de cáscara de arroz por cemento en el hormigón y evaluar el efecto de la ceniza hecha de cáscara de arroz en la variación del Slump para pavimentos rígidos.

Se consideró como **hipótesis general**: mediante la suplencia dosificada de ceniza hecha de cáscara de arroz en el concreto se podría optimizar los componentes del concreto garantizando las propiedades físicas y mecánicas del hormigón en pavimento rígido en la ciudad de Chimbote. Del mismo modo, se propusieron las **hipótesis específicas**: Por medio del ensayo de compresión simple al concreto se podría realizar un análisis de la influencia de la ceniza hecha de cáscara de arroz con el fin de optimizar la cantidad de cemento en pavimentos rígidos, usando el equipo denominado Olla de Washington se podría evaluar el incremento de la capacidad de vacíos en el hormigón para diferentes dosificaciones de ceniza hecha de cáscara de arroz. y empleando el cono de Abrams se podría estimar el impacto de la ceniza hecha de cáscara de arroz en la trabajabilidad o Slump del hormigón.

## II. MARCO TEÓRICO

En relación con los **antecedentes nacionales** en este estudio de investigación, Quispe y Ruiz (2022), como objetivo planteo la estimación del efecto de la ceniza doméstica de arroz sobre pavimentos de concreto sólido con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Este es un estudio aplicado y experimental. Los objetos de prueba incluyeron concreto de prueba estándar y concreto con un 5, 10 y 15% de ceniza hecha de cáscara de arroz agregada y con respecto al muestreo adicional consta con un total de 42 muestras. El instrumento utilizado es el formato de prueba de laboratorio. El principal resultado es la resistencia a la compresión conseguido en la rotura de testigos experimentales y de inspección a diferentes edades de curado (7, 14 y 28 días), se observó que 5% Ceniza de Cáscara de Arroz logró mejores resultados dando  $f'c=248\text{kg/cm}^2$  después de 28 días, en comparación con  $f'c=200\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  después de agregar 10% y 15%, respectivamente. Se llegó a concluir que al añadir la Ceniza hecha de Cáscara de Arroz un 5% al hormigón de diseño original  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , colocado sobre el pavimento duro sobre el área de Magllanal, puede incrementar su capacidad compresiva en un promedio de 18% en una resistencia de diseño es  $f'c=248\text{kg/cm}^2$ .

Pérez y Ochoa (2021), tuvo como objetivo principal comparar la resistencia a la compresión y la consistencia de un hormigón con y sin ceniza de cáscara de arroz con un hormigón de calidad estándar  $175\text{kg/cm}^2$ . La investigación fue práctica y experimental. Además, la población de estudio estuvo basada en morteros ordinarios y cemento con ceniza hecha de cáscara de arroz añadida, su muestra fue 96 testigos muestreo no probabilístico. Como instrumento principal fue la cedula de recolección de información de laboratorio. Sus principales desenlaces se dieron en la resistencia máxima a la compresión donde se observó en el hormigón que contenía 7.5% de ceniza hecha de cáscara de arroz, se dio un crecimiento del 12.24% en comparación con el mortero estándar, teniendo una  $f'c=196\text{kg/cm}^2$ . Se concluyó que con la adición de 2.5% de ceniza al mortero hay un crecimiento de 4.92% ( $184\text{ kg/cm}^2$ ) en comparación al mortero patrón, con la adición de 5% de ceniza al mortero existe un incremento de 7.31% ( $188\text{kg/cm}^2$ ) en comparación al

mortero patrón, para una adición de 7.5% de ceniza al mortero hay un aumento de 12.24% ( $196\text{kg}/\text{cm}^2$ ) con respecto al mortero patrón.

Por consiguiente, los **antecedentes internacionales** como Rodríguez y Tibabuzo (2019), tuvo como finalidad valorar la ceniza hecha de cáscara de arroz como reemplazo al cemento en combinaciones de hormigón hidráulico. Esta investigación se basó en ser experimental y aplicada. Se consideró como población en el estudio  $8\text{m}^3$  de concreto, la muestra en que se basó fue de 45 testigos de hormigón, en tanto a su muestreo fue no probabilístico. En tanto las herramientas manejadas fueron las cédulas de laboratorio para las comparaciones de resistencia que se daba por cada muestra a los 7, 14 y 28 días de curado. Los principales resultados fueron que los porcentajes del 3, 5 y 15% no consiguieron la resistencia de  $210\text{kg}/\text{cm}^2$ , se observa que a mayor tiempo de curado crece la resistencia, además el 10% supera los  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  en un 10%, obteniéndose una resistencia del  $231\text{kg}/\text{cm}^2$ . Se concluyó que, reemplazando el contenido de cemento por un 10% de la ceniza hecha de cáscara de arroz, genera un crecimiento del 10% en relación a la muestra patrón de  $210\text{kg}/\text{cm}^2$ , siendo esta de  $231\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Montero (2017), su principal objetivo es decretar la proporción más ideal de ceniza hecha de cáscara de arroz (CCA) para sustituir al cemento en la preparación de hormigón habitual obteniendo una resistencia a la compresión superior a  $210\text{kg}/\text{cm}^2$ . Este estudio realizado fue de tipo experimental. Con respecto a la población que se estimó en investigación fue establecida por  $9\text{m}^3$  de concreto y como muestra 60 probetas, el muestreo fue probabilístico ya que todas las piezas que se establecen como parte de la población son parte de la muestra. Las herramientas manejadas fueron fichas de recopilación de información, cuadros comparativos, formatos de laboratorio. Los principales resultados fueron que la mayor resistencia a los 28 días se dio con 10% de CCA, seguido de la mezcla control puesto que genera  $245\text{kg}/\text{cm}^2$ , un crecimiento del 16% en la resistencia y su revenimiento fue de 8cm. Se concluyó que la incorporación de 10% de CCA en la elaboración de un hormigón habitual ocasiona buenos resultados logrando mejorarse en un 16% para la resistencia a la compresión en relación al proyecto control a los 28 días.

Los **artículos científicos** según Camargo e Higuera (2016), tuvo como objetivo evaluar el desenvolvimiento químico, físico y mecánico de una combinación de hormigón hidráulico modificado por sílice conseguida por ceniza de cáscara de arroz, el estudio realizado es de tipo experimental. Sus principales resultados obtuvieron una resistencia a la compresión con 35.17Mpa, 18.86Mpa, 10.64Mpa con respecto a las dosificaciones del 5, 15 y 30% correspondientemente en comparación al hormigón patrón donde obtuvo una resistencia de 34.64Mpa. En conclusión, con el reemplazo del 5% obtiene un comportamiento mecánico mejor a la muestra patrón, además, para porcentajes del 15 y 30% genera un decaimiento significativo.

Villagrán y Zega (2017), tuvo como objetivo trata acerca de la integración de cenizas de hechas de cáscara de arroz como pieza puzolánica en hormigones de cemento Portland. Como resultados al añadir cenizas hechas de cáscara de arroz natural y cenizas hechas de cáscara de arroz optimizada en molienda en una cantidad de 15% se logró obtener una resistencia de 33.3Mpa y 30.3Mpa resultados mucho mayores con respecto a la muestra patrón que fue de 27Mpa. En conclusión, las cenizas hechas de cáscara de arroz optimizada mediante molienda, pueden ser incorporadas tanto en hormigones convencionales como hormigones de alta resistencia.

## **Teorías**

### **Variable Independiente: Ceniza de Cáscara de Arroz.**

Es un material puzolánico, hecho de desperdicio de la cáscara de arroz la cual es un insumo de uso agrario cuya función es proteger al arroz, este material puzolánico encierra un crecido contenido de sílice, obteniéndose calcinándose a una temperatura alrededor de 500°C a 700°C, su forma es compleja y su estructura es porosa que requiere un alto contenido de agua en la elaboración de concreto.

### **Dosificación**

La dosificación son proporciones de materiales apropiados que se debe utilizar para la preparación de concreto, con el fin de alcanzar características tales como la

trabajabilidad, la resistencia, durabilidad y adherencia adecuada, se interpreta en kilogramos por metro cúbico. La dosificación se basa en factores como que elementos se van a vaciar, que condiciones ambientales deberán soportar, que materiales, procedimientos de mezclado, etc., esto ha generado que se desarrollen numerosos métodos de dosificación.

## **Variable Dependiente: Optimización de la Mezcla de Concreto**

### **Optimización**

La optimización de una combinación de hormigón, consiste en adaptar los recursos disponibles para satisfacer variaciones en criterios de ingeniería, operaciones de construcción, y las necesidades económicas, cuando mezclas se optimizan el rendimiento de la construcción será mejorado, la durabilidad será aumentada y tanto los materiales como los costos de construcción serán reducidos.

### **Concreto**

Es el componente de construcción más aprovechado en los diversos elementos estructurales para una determinada construcción. El concreto está conformado por una combinación de agregado grueso (grava denominada piedra partida), agregado fino (arena que es formada por partículas de rocas trituradas y finas), cemento (mezcla de caliza y arcilla), y agua.

### **Propiedades mecánicas y físicas del concreto**

En tanto las propiedades físicas del concreto serán determinadas mediante ensayos cuando el concreto se encuentra en estado fresco, generalmente se realizan en laboratorios con el motivo de asegurarse que cumplan con las normas y se obtenga la calidad requerida. En las propiedades más relevantes del concreto tenemos: trabajabilidad muy importante porque nos permite medir el Slump del concreto, la durabilidad que es el tiempo de vida que llega a resistir el concreto; impermeabilidad es de gran importancia ya que con ello depende la segregación; resistencia nos permite corroborar la calidad del concreto; exudación nos muestra el registro capilar del agua en el concreto fresco.

Las propiedades mecánicas se determinan cuando el concreto se encuentra endurecido tenemos: resistencia a la compresión (capacidad de una fuerza aplicada a su área); resistencia a la flexión (capacidad de un cuerpo al cual se le aplica fuerzas perpendicularmente a su eje longitudinal); resistencia a la tracción se ejerce aplicando cargas secundarias sobre probetas hasta que estas fallen.

## Enfoque Conceptual

### Variable Independiente: Ceniza de Cáscara de Arroz.

La sílice que contiene tiene propiedades impermeables que lo convierten en un material adecuado para su uso como sellador, el cual es muy útil en la ingeniería, por lo tanto, todos los desechos del arroz se utilizan para materiales recolectados directamente de los campos y fábricas de arroz, como las cáscaras de arroz, las cuales también se utiliza para la producción de hormigón debido a sus ventajas de alta resistencia, baja densidad, aislamiento acústico y bajo costo.

**Tabla 1:** Composición Química de la Ceniza de Cáscara de Arroz

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.113	9.594
SiO <sub>2</sub>	96.546	83.353
SO <sub>2</sub>	0.553	0.478
ClO <sub>2</sub>	0.643	0.555
K <sub>2</sub> O	3.150	2.720
CaO	2.493	2.153
MnO	0.315	0.272
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.180	0.155
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015	0.013
CuO	0.505	0.436
ZnO	0.290	0.250
BrO <sub>2</sub>	0.010	0.008
Rb <sub>2</sub> O	0.003	0.002
SrO	0.007	0.006
ZrO <sub>2</sub>	0.005	0.005
Total	115.829	100.000

Fuente: Propia

## Dosificación

La cantidad de mezcla de hormigón está relacionada con la proporción de todos sus componentes para conseguir la resistencia deseada. El diseño de la combinación de concreto implica determinar las proporciones necesarias para lograr la máxima resistencia en el tiempo, para encontrar la dosificación más apropiada para la etapa experimental en laboratorio.

**Tabla 2:** Dosificación del Concreto

Resistencia Concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Tamaño Agregado (pulg)	Materiales por m <sup>2</sup>			
			Cemento (bls)	Arena	Piedra	Agua
140	4	3/4	7.01	0.51	0.54	0.184
175	3	1/2	8.43	0.54	0.55	0.185
210	3	1/2	9.73	0.52	0.53	0.186
245	3	1/2	11.50	0.50	0.51	0.187
280	3	1/2	13.34	0.45	0.51	0.189

Fuente: Propia

## Variable Dependiente: Optimización de la Mezcla de Concreto

### Optimización

La optimización en ingeniería se centra en el uso eficiente de recursos limitados y su redirección a actividades, es decir, su finalidad es analizar y reconocer el mejor desenlace posible entre todas las soluciones posibles, aplicando varios métodos de optimización, facilitando la comprensión y control de los parámetros que componen el procedimiento o proceso. La palabra optimización tiene la misma raíz que “óptimo”, pero su proceso rara vez produce un procedimiento verdaderamente óptimo. Generalmente no se encuentra una única solución de diseño que opere bien en todos los casos, por lo que en estos casos los ingenieros deben optimizar utilizando las características de mayor interés.

## **Concreto**

El hormigón es la unión de cemento, agregados y agua, donde la proporción de cada material requerido depende de la resistencia a conseguir, indicada en el plano con el símbolo  $f'c$ . La resistencia ( $f'c$ ) del hormigón utilizado depende nuevamente del lugar donde se utilice el hormigón.

El hormigón de canto rodado se utiliza para cimientos y pavimentos, el hormigón simple se usa para la edificación de diferentes tipos de estructuras, como carreteras, calles, puentes, túneles, vías elevadas, sistemas de canales y riego, rompeolas, estribos y muelles, pavimentos, etc. La mampostería también utiliza hormigón simple, en forma de tabiques o bloques, el hormigón armado se diferencia de otros hormigones donde se introduce fierro estructural para conseguir que ambos materiales trabajen juntos para soportar la carga. Suele utilizarse para el vertido de columnas, vigas y techos.

## **Propiedades Mecánicas y Físicas del Concreto**

Con respecto a las propiedades físicas del hormigón deben incluir aquellas propiedades que pueden identificarse mediante simple observación y/o simple medición y que son más o menos características de cualquier mezcla dependiendo de sus cuidados. Las propiedades mecánicas son propiedades vinculadas con el comportamiento de desempeño que afectan el comportamiento del concreto endurecido y son criterios de diseño de estructuras de concreto.

## **Contenido de vacíos**

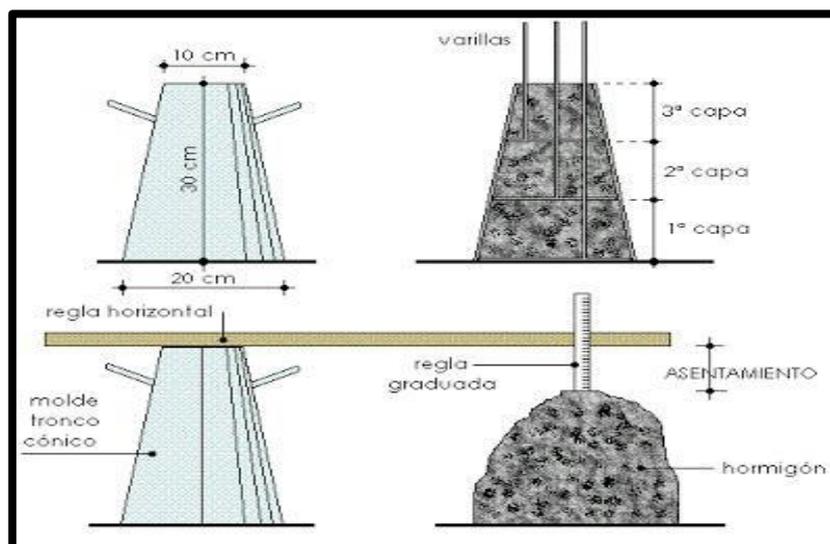
Determina la cantidad de aire en un hormigón nuevo a mezclar, se aplicará el ensayo de ASTM C231 en el cual se utiliza el equipo denominado olla de Washington en donde la mezcla de hormigón se coloca en el molde en 3 capas iguales, luego colocar la cubierta y luego se purga, se observa la cantidad de aire alojado que se lee en el manómetro como un porcentaje de aire atrapado en el hormigón.



**Figura 1:** Olla de Washington

## Slump

Su objetivo principal es comprobar la trabajabilidad del hormigón en estado fresco, mejor dicho, medir qué tan dura o acuosa es la mezcla de hormigón; con el fin de llevar a cabo un buen control de calidad a la hora de fundir elementos como vigas, pavimentos, losas y cualquier elemento que necesite un buen control de calidad.



**Figura 2:** Se muestra el Cono de Abrams y su respectivo Asentamiento

**Tabla 3:** Cuadro de estimación de Asentamiento en Cono de Abrams en cm.

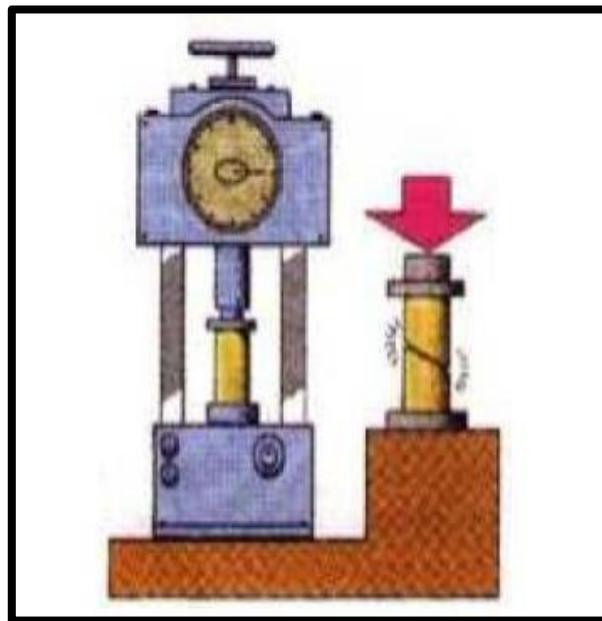
Descripción	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
Muros y bases armadas, para cimientos	5	10
Pilotes o Tabiques de submuración	10	15
Columnas, osas, vigas y tabiques armados de llenado no dificultoso	10	15
Ídem anterior de poco espesor o fuertemente armados	10	15<+
Pavimentos	5	5

Fuente: Propia

### Resistencia a la compresión

Mide la facultad de un elemento para soportar fuerzas de compresión, y el objetivo principal de producir la probeta es controlar la calidad del concreto, utilizando la misma prueba de compresión que se usa para comprimir la briqueta a través de una prensa hasta que se rompe, así logrando el máximo resultado.

Para la carga valor (llamada carga de rotura) de este tipo de concreto producido, el tiempo desde la preparación de la tubería hasta la edad de prueba fue de 28 días.



**Figura 3:** Rotura de probeta para encontrar su resistencia

## **Método AASHTO para el Diseño de Pavimentos Rígidos**

Este método consiste en ampliar tablas, gráficos y fórmulas que informen las conexiones desgaste-aspiración de los diferentes sectores experimentados, el método AASHTO proyecta la noción de Serviciabilidad para el diseño de pavimentos como una disposición de su facultad para ofrecer un área lisa y fina al beneficiario. Un pavimento rígido trata de una losa de hormigón simple o armado, soportada naturalmente apoyada en una base o subbase cuyo funcionamiento es evitar el bombeo de los suelos. La losa (conformada de concreto portland), conforme con su rigidez y alto módulo de elasticidad, atrae una mayor cantidad de los esfuerzos desempeñados sobre el pavimento en donde se origina una gran repartición de las cargas de rueda, obteniendo como efecto tensiones muy pequeñas en la Subrasante (soporte natural donde se puede construir un pavimento).

Los pavimentos rígidos son clasificados en pavimentos de concreto simple, pavimentos de hormigón reforzado con juntas, pavimento de hormigón con refuerzo continuo. Las juntas cuya finalidad es conservar las tensiones de la losa ocasionada por la contracción y expansión del pavimento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

##### **Tipo de la Investigación**

La investigación de estudio ejecutada es de tipo aplicada, para (Gonzales, 2022) comenta que, la investigación aplicada es aquella que su único fin es encontrar soluciones prácticas a problemas existentes, que pueden incluir desafíos en el ámbito laboral, educativo y social. La presente investigación es del tipo aplicada porque busca plantear soluciones prácticas a la elaboración del concreto por medio de la reutilización de la ceniza hecha de cáscara de arroz para optimizar el cemento y además como aditivo; teniéndose como referencia las teorías existentes de las tesis tomadas como antecedentes.

##### **Enfoque de investigación**

Se utiliza un enfoque cuantitativo, para (Sampieri, 2014) comenta que, la recolección de datos se utiliza para modelar el comportamiento y probar teorías utilizando medidas numéricas y análisis estadístico. El estudio actual propone varios procedimientos secuenciales basados en evidencia, como la prueba ASTM C231, ASTM C143 y ASTM C39 para probar las hipótesis planteadas.

##### **Diseño de la Investigación**

En este estudio el diseño de investigación desarrollada es experimental a nivel cuasi - experimental debido a que (Sampieri, 2014) comento que un diseño cuasi - experimental maniobra intencionadamente como mínimo una variable independiente con el fin de verificar su efecto sobre las variables dependientes, este proyecto de investigación utilizará ceniza hecha de cáscara de arroz para contribuir a la optimización del cemento en las diferentes dosificaciones que se va a realizar.

#### **3.2. Variables y Operacionalización**

##### **Variable Independiente: Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA)**

Como variable independiente tendremos la CCA, que es el resultado al incinerar la cáscara de arroz, debido a que es altamente puzolánica y tiene una alta sílice y de

concentración no debe ser acalorado por encima de 700 grados centígrados, porque cristaliza y pierde su valor de actividad.

Además, como definición operativa: La CCA reemplazará el 2%, 4% y 6%, optimizando las propiedades mecánicas y físicas en relación del peso del propio cemento.

### **Variable dependiente: Optimización de la mezcla de concreto.**

Como variable dependiente se toma la optimización de la mezcla de concreto, es una combinación ligante (cemento portland), agregados finos, áridos gruesos y agua, en donde se analiza y reconoce el mejor desenlace posible entre todas las soluciones posibles, aplicando varios métodos de optimización, facilitando la comprensión y control de los parámetros que componen el procedimiento o proceso.

Las definiciones operativas son las siguientes: las combinaciones de mezclas de concreto medirán el desarrollo de la cantidad de cemento optimizado en relación a la resistencia a la compresión, el incremento del contenido de vacíos y la variación del Slump.

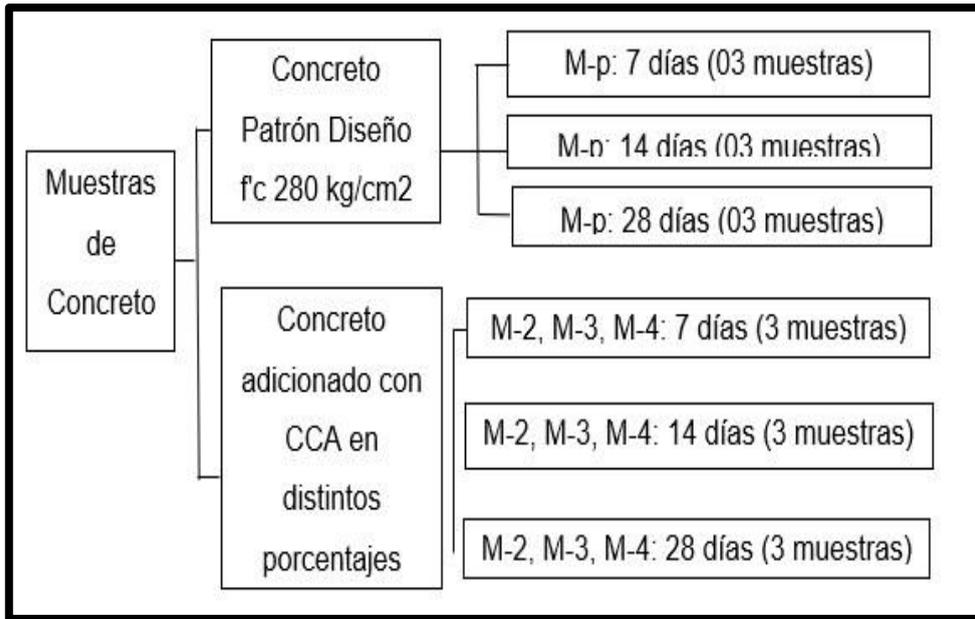
### **3.3. Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población:**

Es una serie de sujetos o elementos donde se desea conocer en su investigación, puede consistir en personas, registros, muestras de laboratorio; en este proyecto de investigación, la población será de 1,5 metros cúbicos de hormigón para ser trabajados en estado fresco y endurecido.

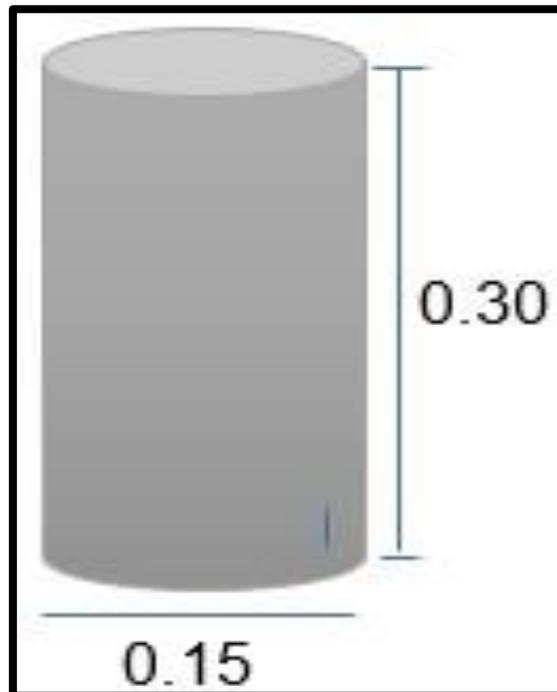
#### **Muestra:**

Es un conjunto representativo de la población, para este proyecto de investigación se utilizará como muestra 0.5m<sup>3</sup> de hormigón, con esta cantidad se trabajará para ensayos en concreto fresco y endurecido; logrando obtener los resultados de nuestros ensayos y corroborarlo con lo planteado en las hipótesis.



**Figura 4:** Esquema de la Población en Estudio

Como muestra lo conformaron 36 probetas confeccionadas de las cuales las 9 primeras con las del concreto patrón y las restantes las adicionadas con ceniza hecha de cáscara de arroz.



**Figura 5:** Probeta de Concreto

**Tabla 4:** Relación de Compresión según Diseño y Números de Briquetas

Muestra	Tipo en Dosificación	Edad en días		
		7	14	28
Patrón	M-1(100%C + 0% CCA)	3	3	3
Adicionado con CCA	M-2(98%C + 2% CCA)	3	3	3
	M-3(96%C + 4% CCA)	3	3	3
	M-4(94%C + 6% CCA)	3	3	3

Fuente: Propia

### **Muestreo:**

En este estudio, el tipo de muestreo es no probabilística. Definido como un conjunto de actividades realizadas para probar características agregadas según criterio del investigador, ya que la muestra no es seleccionada aleatoriamente. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.94).

### **Unidad de Análisis:**

Es el fin sobre el que tendrá voz al final del análisis, quizá el tema principal de la investigación, por ende, con nuestro proyecto de investigación se dará a conocer sobre lo que teníamos planteado desde un inicio en nuestra hipótesis, si las ideas que teníamos eran las correctas o erróneas.

## **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **Técnicas:**

Son los recursos empleados con el fin de alcanzar objetivos operativos específicos, en este estudio de investigación se usarán tácticas como la observación, el control de calidad del material, descripción del curso constructivo para llegar a obtener la resistencia establecida  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

### **Instrumentos de Recolección de Datos:**

Se considerará la contemplación directa, se recolectará datos analíticos sobre el hormigón con y sin la adición de las distribuciones adecuadas de ceniza. La inspección visual directa se realizará en el lugar donde se observan los fenómenos

o hechos para ver todo lo relacionado con el comportamiento y características de ese lugar (Muñoz, 2011, p.242).

#### **Validez:**

En la validez del instrumento Vara (2012), comenta que: Esta es la disposición en que el instrumento debe medir la variable o variables que se están estudiando, la herramienta utilizada está respaldada por ingenieros colegiados, los documentos son respaldados por sellos y firmas de expertos. Nuestros ensayos serán respaldados por técnicos e ingenieros especializados.

#### **Confiabilidad de los instrumentos:**

Es la mayor o menor propensión a obtener errores en un cierto proceso, particularmente en una investigación utilizando instrumentos o técnicas de medición, en cuanto a la fiabilidad de las pruebas implicadas, serán realizadas por técnicos especializados y todos los instrumentos estarán calibrados; para el trabajo se utilizarán los siguientes equipos de laboratorio (tamiz, cono Abrams, marmita Washington, balanza, molde metálico, carretilla, trompo, etc.).

### **3.5. Procedimiento**

#### **Recolección de muestra**

Para iniciar con este estudio de investigación era necesario ir al valle del Santa para obtener un saco de cáscara de arroz del molino Santa Cruz y de ella poder conseguir nuestra muestra deseada para fines de elaboración de concreto, se procede a utilizar el instrumento molino de mano el cual nos permitirá moler la muestra, para poder ser llevada a laboratorio y lograr obtener nuestra ceniza hecha de cáscara de arroz, la ceniza obtenida es una puzolana artificial tipo N de acuerdo a la normativa (ASTM C618), el cual cumple con los requerimientos químicos de contenido de óxido de aluminio, dióxido de silicio, y óxido de hierro mayor a 70%.



**Figura 6:** Cáscara de Arroz del molino Santa Cruz



**Figura 7:** Uso del molino de mano



**Figura 8:** Muestra molida



**Figura 9:** Muestra molida en la mufla



**Figura 10:** Ceniza de Cáscara de Arroz obtenida

### **Análisis granulométrico**

La prueba está regida por la norma (ASTM C136), este ensayo implica evaluar la repartición del tamaño de partículas del agregado medida a través de una malla de alambre de malla cuadrada, homogenizamos la muestra, vertiendo el agregado y dividiéndolo en 4 partes, luego se procede a escoger una de ellas y la de su enfrente, luego recogemos ambas muestras elegidas para su estudio, ya con las muestras seleccionadas de los agregados se procede a llevarla a una balanza para tomar sus pesos correspondientes, por consecuente se procede a vaciar y pasar por las mallas, finalmente con las muestras de cada agregado del tamizado que quedo en cada malla, procedemos a llevarlas a la balanza para la toma de datos de los pesos obtenidos y obtener nuestra curva granulométrica.



**Figura 11:** Agregado para la granulometría



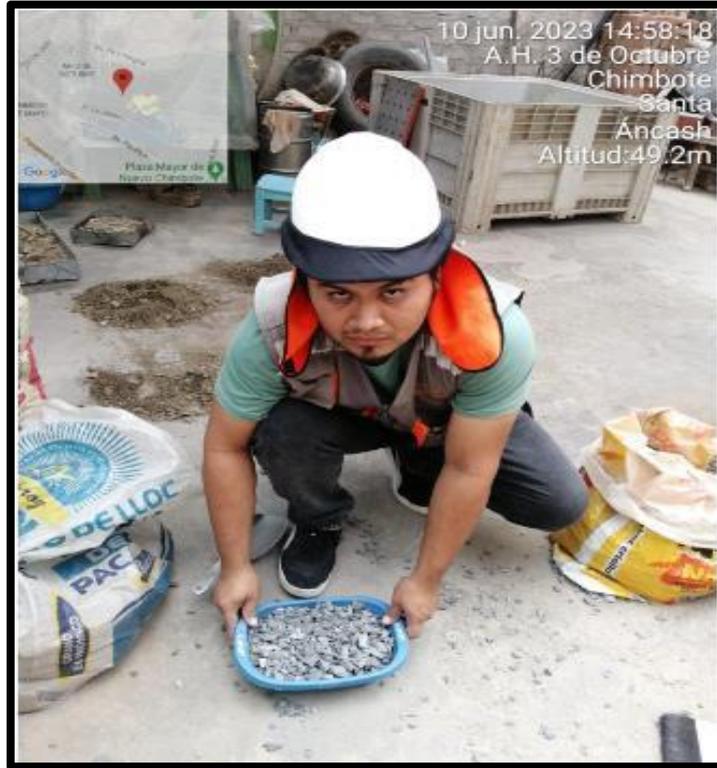
**Figura 12:** Cuarteado de los áridos finos



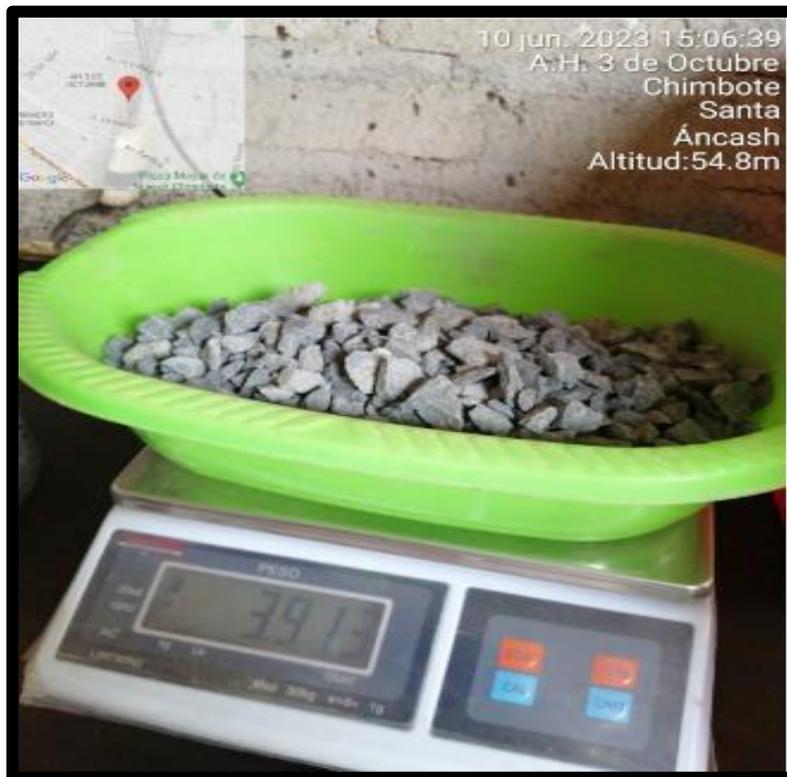
**Figura 13:** Áridos finos obtenidos para la granulometría



**Figura 14:** Seleccionado de los áridos gruesos



**Figura 15:** Áridos gruesos obtenidos para la granulometría



**Figura 16:** Pesado del agregado grueso



**Figura 17:** Colocación de los agregados por los tamices.



**Figura 18:** Pasando la muestra de agregados finos y grueso por las mallas



**Figura 19:** Peso de la muestra que quedo en cada malla

### **Peso específico**

El ensayo está regido por la norma (ASTM C29), este ensayo implica definir un peso unitario de agregado como una masa por unidad de volumen de agregado, donde el volumen implica el volumen de las porciones personales y el espacio a través de las porciones.

Los resultados obtenidos de esta prueba son necesarios para el dosificado y la conversión masa/volumen de mezclas de concreto hidráulico al recibir nuestros materiales para la dosificación, se llena el recipiente para los agregados, con la finalidad de encontrar el peso volumétrico suelto del agregado, luego se realiza el enrasado para la eliminación del material excedente, así mismo, la muestra es llevada a la balanza para la toma de su peso volumétrico suelto. Para encontrar el peso volumétrico compactado del agregado, se llenará el recipiente en 3 capas de forma proporcional, por consecuente se realizará el chuseado en cada capa con el apoyo de una varilla realizando 25 golpes, ya con el material ya compactado, se

enrasa y se elimina el material excedente, finalmente muestra es llevada a la balanza para la toma de su peso volumétrico compactado.



**Figura 20:** Llenado de los áridos finos en el recipiente



**Figura 21:** Enrasado de los áridos finos



**Figura 22:** Peso obtenido de los áridos finos



**Figura 23:** Compactado de los áridos finos



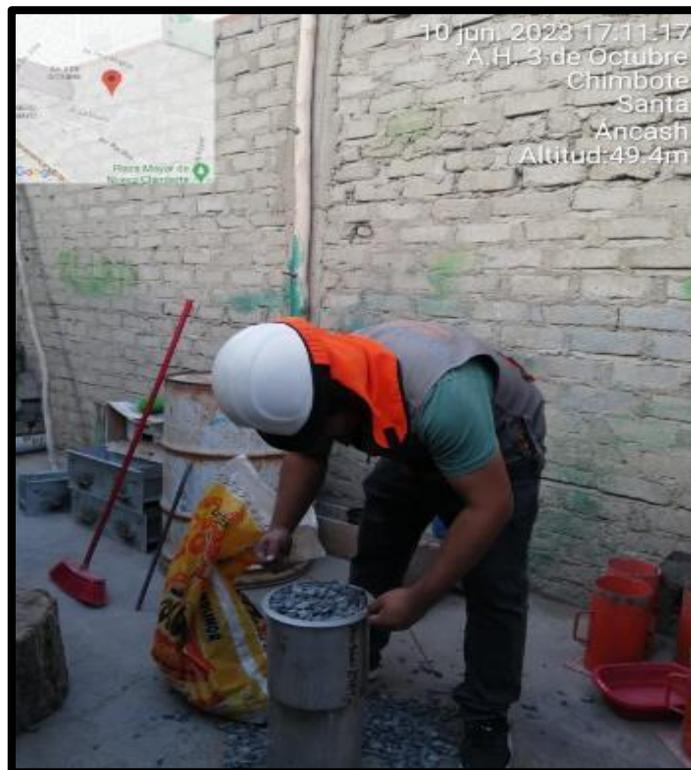
**Figura 24:** Enrasado de los áridos finos compactados



**Figura 25:** Peso obtenido del agregado fino compactado



**Figura 26:** Llenado de los áridos gruesos en el recipiente



**Figura 27:** Enrasado de los áridos gruesos



**Figura 28:** Peso Obtenido de los áridos gruesos



**Figura 29:** Compactado de los áridos gruesos



**Figura 30:** Enrasado del material excedente compactado de los áridos gruesos



**Figura 31:** Peso Volumétrico Compactado de loa áridos gruesos

## Contenido de vacíos

El ensayo está regido por la norma (ASTM C231), este ensayo consiste en evaluar el contenido de aire para una combinación de hormigón fresco, se utiliza el equipo denominado olla de Washington para poder observar la cantidad de aire introducido se lee en el manómetro como un porcentaje del aire atrapado en el hormigón, lo que se debe a los cambios de volumen provocados por la presión aplicada, antes de colocar nuestra cubierta es importante eliminar todo el aire de alguna prueba que se haya utilizado para dejarlo en 0 y la colocamos en la olla.



**Figura 32:** Llenado de la olla con el concreto en estado fresco



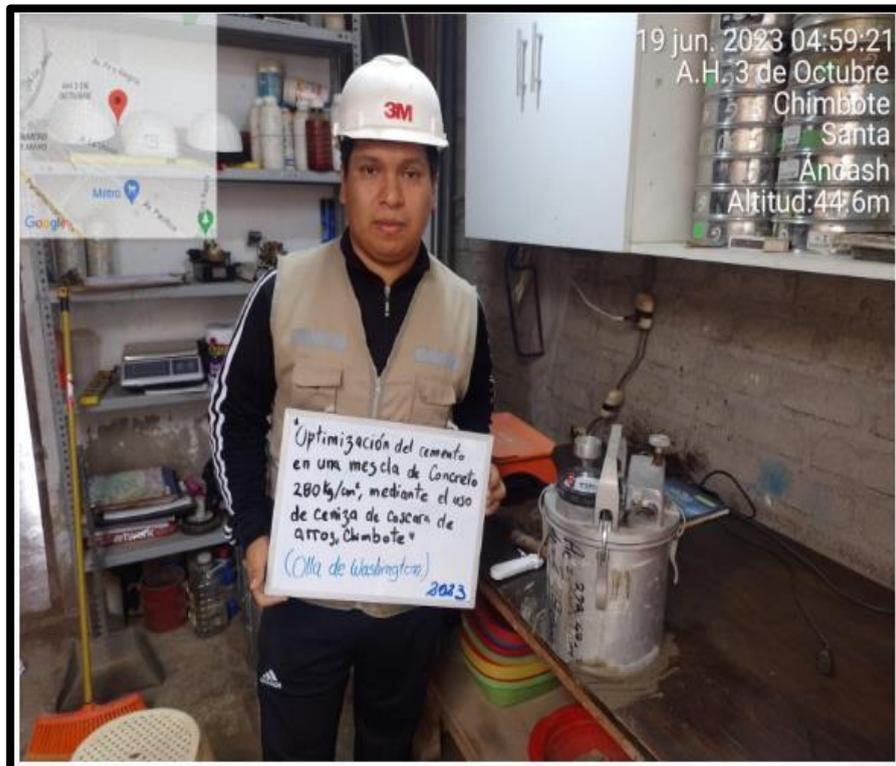
Figura 33: Enrasado de la olla de Washington



Figura 34: Colocación de cubierta en la olla



**Figura 35:** Nuestras llaves deben estar abiertas para introducir el agua, y pueda salir por la válvula.



**Figura 36:** Con las válvulas cerradas se procede a realizar el bombeo



**Figura 37:** Verificación del contenido de aire

## Slump

El ensayo está regido por la norma (ASTM C143), este ensayo consiste en registrar la fluidez o trabajabilidad de los productos frescos del concreto, se utiliza el equipo Cono de Abrams para llenar la mezcla en 3 capas de igual altura, las cuales se compactan con 25 golpes de varilla a la vez, después se levanta el molde y se mide la cantidad de mezcla en el punto central. El valor resultante es una medida de la consistencia de la mezcla. Teniendo los equipos humedecidos, colocamos el cono de sedimentación sobre la placa de metal para sujetar firmemente el cono, se procede a pisar las aletas inferiores, y se procedió a vaciar 3 capas del mismo volumen, después de completar cada capa, se utilizó una varilla de acero para compactar la mezcla 25 veces, finalmente se levanta el cono verticalmente en 5 segundos, se coloca el cono invertido en el borde de la muestra, coloque la varilla de metal horizontalmente sobre el cono invertido y con ayuda de la wincha se mide entre el punto superior de la mezcla y el punto inferior de la varilla.



**Figura 38:** Chuseo en 3 capas con 25 golpes



**Figura 39:** Retiro del cono de Abrams



**Figura 40:** Toma de medida del asentamiento

### **Diseño de mezcla del concreto**

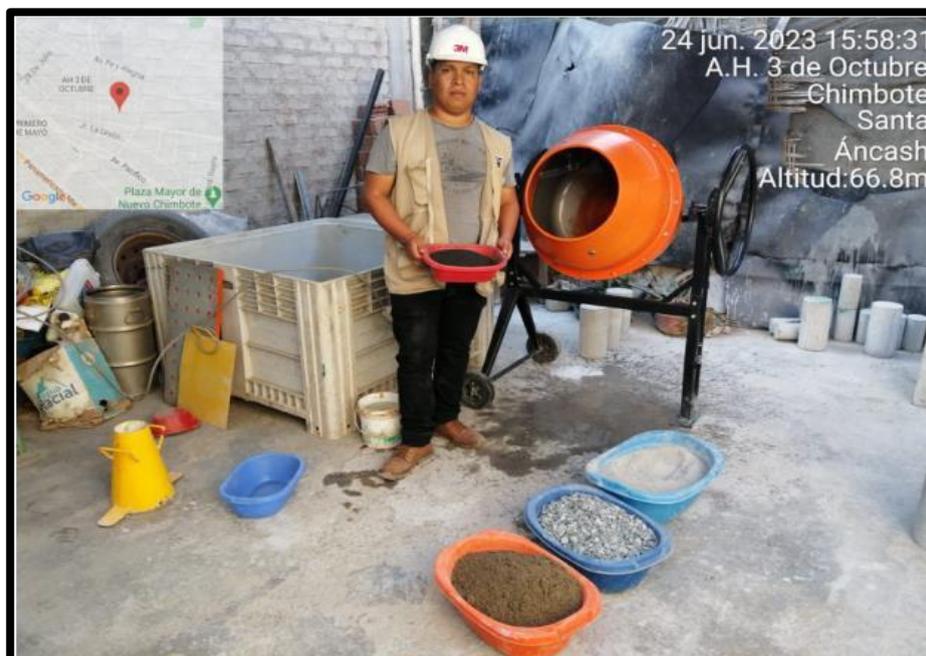
El ensayo está regido por la norma (ACI 211), este ensayo consiste en una estimación preliminar de la medida de componentes necesarios para la producción de la mezcla de hormigón, la cual luego se debe ensayar combinaciones de experimentación en laboratorio o en campo y se deben realizar los arreglos necesarios para conseguir las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido.

Contando con los cálculos de las cantidades para realizar nuestra mezcla, se procede a realizar nuestra mezcla patrón y nuestras mezclas experimentales al añadir la Ceniza hecha de cáscara de arroz en las distribuciones del 2%, 4% y 6%, se vierte los materiales de la dosificación para concreto  $280\text{kg}/\text{cm}^2$  al trompo con las medidas correspondientes; el mismo procedimiento se realiza para la preparación de las probetas con integración de Ceniza hecha de Cáscara de Arroz (2%,4% y 6%), finalmente la mezcla patrón y las mezclas experimentales son llevadas a moldes, para la preparación de las probetas, se realizarán en 3 capas

con 25 golpes por cada capa para 36 probetas que serán reventadas a los 7, 14 y 28 días para evaluar la optimización de la ceniza hecha de cáscara de arroz para una mezcla 280kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 41:** Diseño de muestra Patrón



**Figura 42:** Diseño de las muestras experimentales al (2%,4% y 6%)



**Figura 43:** Fabricación de la mezcla patrón



**Figura 44:** Fabricación de las mezclas experimentales al (2%,4% y 6%)



Figura 45: Chuseado de muestra patrón y muestras experimentales



Figura 46: Uso del martillo de goma para una mejor compactación de la probeta de diseño

## Resistencia a la compresión

El ensayo está regido por la norma (ASTM C39), este ensayo consiste en realizar los valores máximos de carga (llamadas cargas de falla) para este tipo de prefabricados de hormigón se obtienen comprimiendo la briqueta con una prensa hasta su rotura, y el tiempo entre la preparación de la muestra y la edad del ensayo es de 7, 14 y 28 días.



Figura 47: Rotura de briquetas patrón y experimentales a los 7 días



Figura 48: Rotura de briquetas patrón y experimentales a los 14 días

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

El desenlace de las pruebas de laboratorio para los distintos tipos de hormigón en términos de revenimiento, temperatura y resistencia a la compresión se presentan en forma de hoja de cálculo en Microsoft Excel, tanto en forma de gráfico como de tabla; Además, se utilizarán estadísticas descriptivas e inferenciales para confirmar o refutar la hipótesis.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Los resultados obtenidos de los trabajos desarrollados en laboratorio serán constatados con los sellos y firmas de los ingenieros presentes en cada prueba que se realizará, al describir y hacer mención de lo que se generó con dichas pruebas para que no se preste a manipulaciones en cuanto a resultados por parte de los autores; se respetará la participación y colaboración de los autores para realizar los procesos de calidad que impliquen alcanzar los objetivos planteados, como es el de encontrar la optimización del hormigón con la suplencia parcial de ceniza hecha de cáscara de arroz. Del mismo modo como referencia se consideró participaciones de algunos autores para el complemento de las ideas, debiéndose llegar a citar conforme a las normas ISO 690.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación Política

La presente investigación se realizó en el Jirón Libertad en la ciudad de Chimbote, provincia del Santa, en el departamento de Ancash.



Figura 49: Mapa Político del Perú



Figura 51: Mapa Político del Departamento de Ancash



Figura 50: Mapa Político de la provincia del Santa



Figura 52: Mapa del Distrito de Chimbote

## Ubicación del Proyecto

### Limites

Norte: con la ciudad de Coishco

Sur: con la ciudad de Nuevo Chimbote

Este: con la ciudad de Macate

Oeste: con el Océano Pacífico

### Ubicación Geográfica

La ciudad de Chimbote cuenta con las respectivas coordenadas geográficas: Latitud Sur 9°04'28", Oeste 78°35'37", contando con un área 26,565 km<sup>2</sup> y a la vez cuenta con una altitud media de 5 m.s.n.m.

### Clima

Su clima es desértico, templado y oceánico. La temperatura anual máxima y mínima es de 24.1°C y 15.7°C, de forma respectiva.

**Tabla 5:** Resumen de Diseño de Mezcla

	Patrón	(2%) de CCA	(4%) de CCA	(6%) de CCA
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	475.77	466.26	456.74	447.22
Cenizas de Cáscara de Arroz (kg/m <sup>3</sup> )	0.00	9.52	19.03	28.55
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00	216.00	216.00	216.00
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	778.16	778.16	778.16	778.16
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	868.39	868.39	868.39	868.39
A/C	0.45	0.45	0.45	0.45

Fuente: Propia

**Tabla 6:** Peso Específico de las muestras

Muestra	Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )
Cemento	3.11
(2%) de CCA	3.05
(4%) de CCA	2.99
(6%) de CCA	2.92

**Objetivo Específico 1:** Optimización de una Cantidad de cemento en el diseño del concreto para pavimento rígido empleando cenizas de cáscara de arroz.



**Figura 53:** Probetas con incorporación (2%, 4%,6%) de Ceniza de Cáscara de Arroz



**Figura 54:** Ensayo de Resistencia a la Compresión con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Tabla 7:** Resistencias de las Roturas de Probetas con la integración de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz)

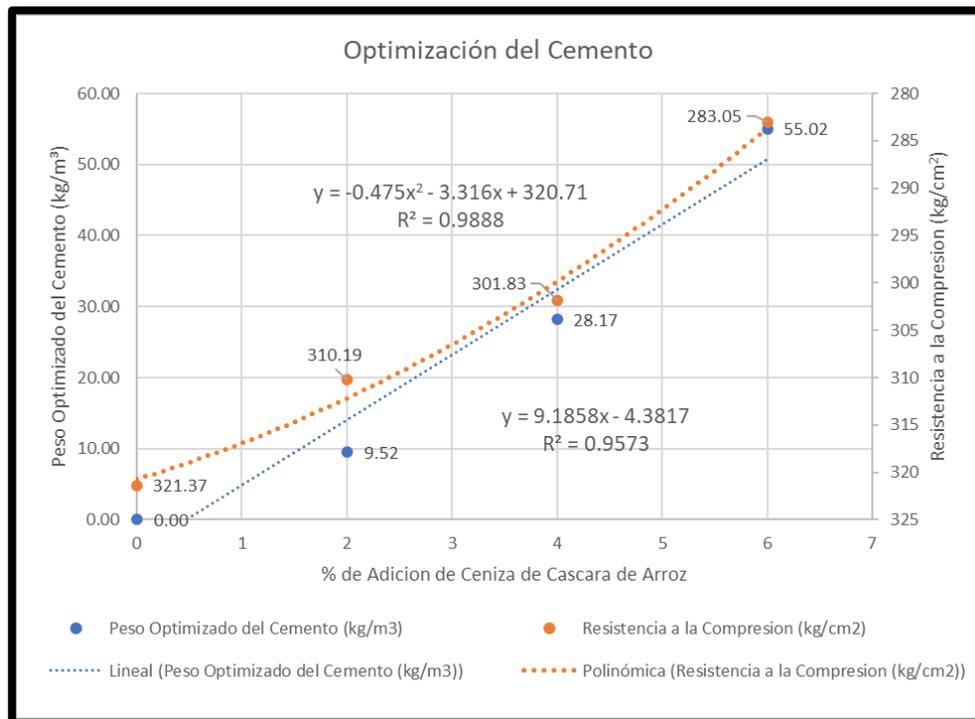
Muestra		Promedio f'c		
		7 días	14 días	28 días
Muestra Patrón	MP	224.46	297.31	321.37
Dosificación (2%) de CCA	D1	227.65	269.37	310.19
Dosificación (4%) de CCA	D2	244.00	254.79	301.83
Dosificación (6%) de CCA	D3	203.73	245.25	283.05

Fuente: Propia

**Tabla 8:** Peso de la Cantidad Optimizada del Cemento con la incorporación de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz)

Muestra		Incorporación de CCA (%)	Contenido de Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Optimizado de Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )
Muestra Patrón	MP	0.00	475.77	0.00
Dosificación (2%) de CCA	D1	0.02	466.26	9.52
Dosificación (4%) de CCA	D2	0.04	447.61	28.17
Dosificación (6%) de CCA	D3	0.06	420.75	55.02

Fuente: Propia



Fuente: Propia

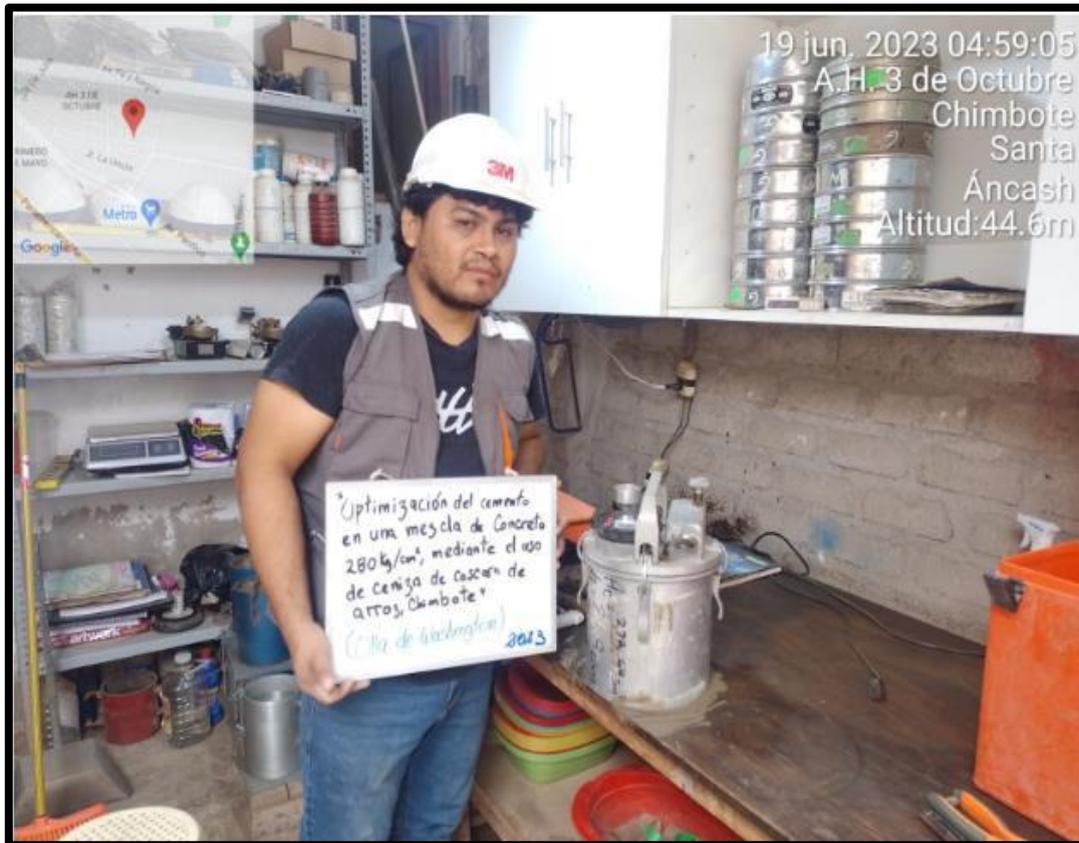
**Figura 55:** Optimización de la cantidad de Cemento con incorporación de 2%, 4%, 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Interpretación:** De la Tabla 2.3 y Figura 57, observamos que al incorporarse 2%, 4% y 6% de Ceniza hecha de Cáscara de Arroz, los resultados de optimización han sido 9.52, 28.17, 55.02 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, asimismo se consiguió una resistencia a la compresión a los 28 días de 310.19, 301.83 y 283.05kg/cm<sup>2</sup>. Además la muestra patrón es de 280kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días obteniéndose 321.37 kg/cm<sup>2</sup> debido a su factor de seguridad. En este sentido y analizando los resultados se tiene que la dosificación correcta sería 2% de ceniza hecha de cáscara de arroz para la optimización del cemento porque se mantiene una buena resistencia y un factor de seguridad adecuado, encontrándose entre los estándares de resistencia en comparación a la muestra control.

**Objetivo Específico 2:** Incrementar la cantidad de vacíos a partir del reemplazo de ceniza de cáscara de arroz por cemento en el concreto.



**Figura 56:** Ensayo ASTM C231 para encontrar la capacidad de aire de la mezcla patrón y experimentales con Ceniza de Cáscara de Arroz

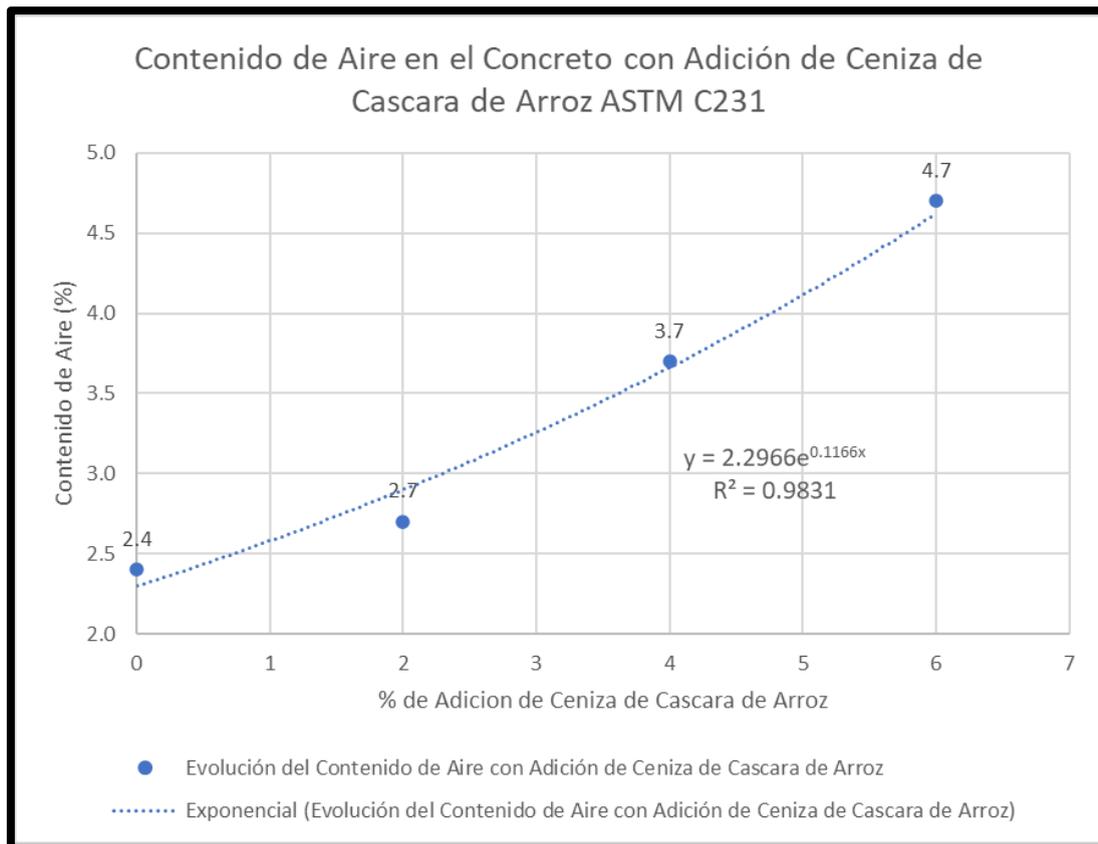


**Figura 57:** Olla de Washington para encontrar la cantidad de vacíos del mortero

**Tabla 9:** Contenido de Aire del concreto en estado fresco con adición de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz)

Muestra		Contenido de Aire (%)	A/c	Agredo Fino (%)	Agregado Grueso (%)
Muestra Patrón	MP	2.5	0.45	47.26	52.74
Dosificación (2%) de CCA	D1	2.7	0.45	47.26	52.74
Dosificación (4%) de CCA	D2	3.7	0.45	47.26	52.74
Dosificación (6%) de CCA	D3	4.7	0.45	47.26	52.74

Fuente: Propia



Fuente: Propia

**Figura 58:** Capacidad de aire en el concreto con 2% 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Interpretación:** De la Tabla 4 y Figura 60, observamos que en la muestra patrón obtenemos 2.4% de contenido de aire, con la adición de Ceniza hecha de Cáscara de Arroz obtenemos como resultados 2.7%, 3.7%, 4.7% de contenido de aire para las dosificaciones de 2, 4 y 6% respectivamente; con estos resultados y teniéndose en cuenta que la dosificación adecuada en función de la resistencia y la optimización del cemento es 2%, se logra ver que la ceniza hecha de cáscara de arroz se puede utilizar como un aditivo incorporador de aire más allá del reemplazo, simplemente dosificando un porcentaje en función del cemento.

**Objetivo Especifico 3:** Evaluar el impacto de la ceniza hecha de cáscara de arroz en la variación del Slump para pavimentos rígidos.



Figura 59: Cono de Abrams para realizar el Slump con la integración de 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz

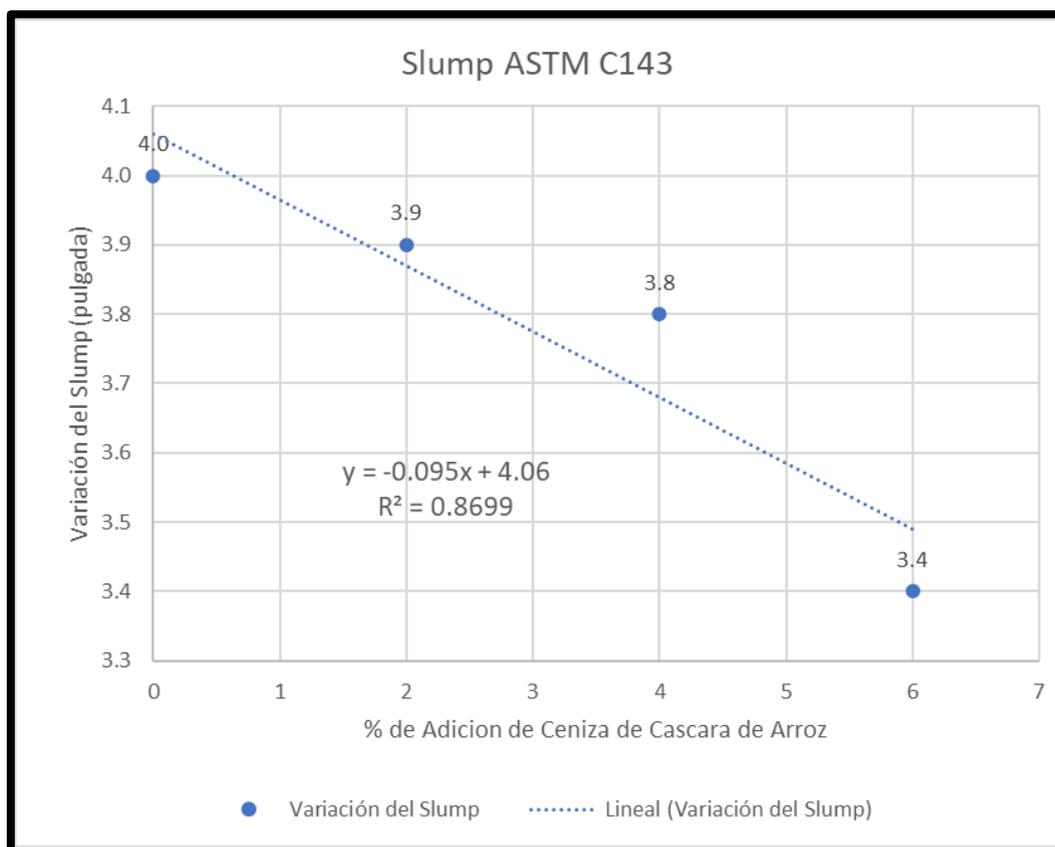


Figura 60: Slump del concreto con el 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Tabla 10:** Slump del concreto en estado fresco con la integración de CCA (Ceniza de Cáscara de Arroz)

Muestra		Asentamiento (pulg)	Asentamiento (cm)
Muestra Patrón	MP	4.0	10.2
Dosificación (2%) de CCA	D1	3.9	9.9
Dosificación (4%) de CCA	D2	3.8	9.4
Dosificación (6%) de CCA	D3	3.4	8.6

Fuente: Propia



Fuente: Propia

**Figura 61:** Slump del concreto en estado fresco con incorporación de 2% 4% y 6% de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Interpretación:** De la Tabla 5 y Figura 63, podemos verificar que el Slump de la mezcla patrón es de 4", con la incorporación de Ceniza hecha de Cáscara de Arroz en las dosificaciones de 2, 4 y 6% la variación del Slump fue de 3.9", 3.8" y 3.4"

respectivamente; se puede apreciar una tendencia a disminuir ya que a mayor adición disminuye el Slump, cabe resaltar que para el 2% de ceniza de cáscara podemos identificar que la variación de Slump se encuentra muy cerca al de la muestra patrón debido a la relación agua/cemento para tales dosificaciones.

**Objetivo Especifico 1:** Optimización de una Cantidad de cemento en el diseño del concreto empleando cenizas hechas de cáscara de arroz.

**A: Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión**

**Paso 1:** Formulación de hipótesis

**Ho:** La información de la resistencia a la compresión cuenta con normalidad

**H1:** La información de la resistencia a la compresión no cuenta con normalidad

**Paso 2:** Grado de significancia  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** se utiliza Shapiro Wilk ya que las muestras usadas son menores a 50

**Tabla 11:** Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_compresión	.120	36	.200*	.965	36	
CCA_OK	.170	36	.010	.858	36	

<.001

Fuente: Propia

**Paso 4:** p-valor=0.300

0.300 > 0.05

**Entonces se prueba la Ho**

**Paso 5:** Conclusión:

A partir de los resultados encontrados se puede decir que la resistencia a la compresión cuenta con normalidad, además cuenta con un grado de significancia del 5%, dado que los resultados encontrados al contar con normalidad se

**B: Correlación de Pearson para la Resistencia a la Compresión**

**Paso 1:** Planteamiento de normalidad

**Ho:** El incremento de la Resistencia a la compresión no está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**H1: El incremento de la Resistencia a la compresión está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscaras de Arroz**

**Paso 2:** Grado de significancia  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** Prueba estadística: Coeficiente de correlación de Pearson

**Tabla 12:** Correlación de Pearson para la Resistencia a la Compresión

Correlaciones			
		Resistencia_a_la_com presión	CCA_OK
Resistencia_a_la_ compresión	Correlación de Pearson	1	-.448**
	Sig. (bilateral)		.006
	N	36	36
CCA_OK	Correlación de Pearson	-.448**	1
	Sig. (bilateral)	.006	
	N	36	36

Fuente: Propia

**Paso 4:** Regla de decisión

p-valor=0.006

0.006 < 0.05

Por lo tanto, se aprueba la H1

**Paso 5:** Conclusión

Se percibe certeza estadística significativa para poder afirmar que la resistencia a la compresión está vinculada de forma natural y negativa con la incorporación de Ceniza hecha de cáscara de arroz ( $r = -0.448$ ).

### C: Prueba de Normalidad para el peso Optimizado del Cemento

**Paso 1:** Formulación de hipótesis

**Ho:** Los datos del peso Optimizado del Cemento cuenta con normalidad

**H1:** Los datos del peso Optimizado del Cemento no cuenta con normalidad

**Paso 2:** Grado de significancia  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** se utiliza Shapiro Wilk ya que las muestras usadas son menores a 50

**Tabla 13:** Prueba de Normalidad para el Peso Optimizado del Cemento

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cemento_optimizado	.213	4	.	.950	4	.715
CCA	.151	4	.	.993	4	.972

Fuente: Propia

**Paso 4:** p-Valor=0.715  
0.715>0.05

Por consiguiente se aprueba la  $H_0$

**Paso 5: Conclusión:**

De los resultados hallados podemos decir que el peso Optimizado del Cemento tiene normalidad, además cuenta con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto, los desenlaces hallados al contar con normalidad se procederán a utilizar la correlación de PEARSON.

**D: Correlación de Pearson para el peso Optimizado del Cemento**

**Paso 1:** Planteamiento de normalidad

$H_0$ : El incremento del peso Optimizado del Cemento no está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**H1:** El incremento del peso Optimizado del Cemento está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Paso 2:** Grado de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** Prueba estadística: Coeficiente de correlación de Pearson

**Tabla 14:** Correlación de Pearson para el Peso Optimizado del Cemento

Correlaciones			
Cemento_optimizado	Correlación de Pearson	Cemento_optimizado 1	CCA .978*
	Sig. (bilateral)		.022
	N	4	4
CCA	Correlación de Pearson	.978*	1
	Sig. (bilateral)	.022	
	N	4	4

Fuente: Propia

**Paso 4:** p-valor=0.022

0.022<0.05

Por lo tanto, se aprueba la  $H_1$

**Paso 5: Conclusión**

Se evidencia estadísticamente decir que el Peso Optimizado del Cemento guarda relación de forma continua y positiva al añadir la Ceniza hecha de cáscara de arroz ( $r = -0.978$ ).

**Objetivo Especifico 2:** Incrementar la capacidad de vacíos de aire del concreto a partir de la ceniza hecha de cáscara de arroz.

**A: Prueba de Normalidad**

**Paso 1:** Formulación de hipótesis

**Ho:** La información obtenida del Contenido de aire cuenta con normalidad

**H1:** La información obtenida del Contenido de aire no cuenta con normalidad

**Paso 2:** Grado de significancia  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** se utiliza Shapiro Wilk ya que las muestras usadas son menores a 50

**Tabla 15:** Prueba de Normalidad para el Contenido de Aire

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadíst	gl	Sig.	Estadíst	gl	Sig.
Contenido	.243	4	.608	.932	4	
_de_aire						
CCA_OK	.151	4	.972	.993	4	

Fuente: Propia

**Paso 4:** Estimación del p-Valor=0.608

0.608 > 0.05

Siendo así, se aprueba la Ho

**Paso 5:** Conclusión

Con los resultados encontrados observamos que el contenido de aire tiene normalidad, además cuenta con un grado de significancia del 5%, por lo tanto, los resultados encontrados al contar con normalidad se procederán a utilizar la

**B: Correlación de Pearson**

**Paso 1:** Planteamiento de normalidad

**Ho:** El incremento de contenido de aire no está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**H1:** El incremento de contenido de aire está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Paso 2:** Grado de significancia  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** Prueba estadística: Coeficiente de correlación de Pearson

**Tabla 16:** Correlación de Pearson para el Contenido de Aire

		Correlacione	
Contenido_de_aire		Contenido_de_aire	CCA_OK
	Correlación Pearson	1	.976*
	Sig. (bilateral)		.024
	N	4	4
CCA_OK	Correlación Pearson	.976*	1
	Sig. (bilateral)	.024	

Fuente: Propia

**Paso 4:** Regla de decisión

p-valor=0.024

0.024<0.05

Siendo así, se aprueba la H1

**Paso 5:** Conclusión

Se observa certeza estadística importante para afirmar que el contenido de aire está vinculado de forma natural y positiva con la incorporación de Ceniza hecha de cáscara de arroz (r=0.976).

**Objetivo Especifico 3:** Evaluar el impacto de la ceniza de cáscara de arroz en la variación del Slump.

**A: Prueba de Normalidad**

**Paso 1:** Formulación de hipótesis

**Ho:** La información de la variación del Slump cuenta con normalidad

**H1:** La información de la Variación del Slump no cuenta con normalidad

**Paso 2:** Grado de significancia  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** se utiliza Shapiro Wilk ya que las muestras usadas son menos a 50

**Tabla 17:** Prueba de Normalidad para la Variación del Slump

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variación_del_slump	.288	4	.	.887	4	.369
CCA_OK	.151	4	.	.993	4	.972

Fuente: Propia

**Paso 4:** Estimación del p-valor

p-Valor>=0.369

0.369>0.05

Entalcase aprueba la  $H_0$

**Paso 5:** Conclusión

A partir de los resultados encontrados podemos decir que la variación del Slump cuenta con normalidad, además cuenta con un grado de significancia del 5%, por lo tanto, los resultados encontrados al contar con normalidad se procederán a utilizar la correlación de PEARSON.

**B: Correlación de Pearson**

**Paso 1:** Planteamiento de normalidad

$H_0$ : La variación del Slump no está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

$H_1$ : La variación del Slump está vinculado con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz

**Paso 2:** Grado de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.05)

**Paso 3:** Prueba estadística: Coeficiente de correlación de Pearson

**Tabla 18:** Correlación de Pearson para la Variación del Slump

		Correlaciones	
		Variación_del_Slump	CCA_OK
Variación_del_Slump	Correlación de Pearson	1	-.933
	Sig. (bilateral)		.067
	N	4	4
CCA_OK	Correlación de Pearson	-.933	1
	Sig. (bilateral)	.067	
	N	4	4

Fuente: Propia

**Paso 4:** p-valor =0.067

0.067>0.05

En tal caso no se aprueba la hipótesis alterna

**Paso 5:** Conclusión

Evidentemente hay estadística significativa para decir que la variación del Slump no está vinculada con la incorporación de Ceniza hecha de cáscara de arroz ( $r=-0.933$ ).

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: De los resultados expuestos de la presente investigación se puede mostrar, que para dosificación del 2% de ceniza hecha de cáscara de arroz se alcanzó optimizar la cantidad de 9.52kg/m<sup>3</sup> de cemento, mientras que para el 4 y 6% de CCA la resistencia disminuye, por ende, nuestra hipótesis sobre la realización de ensayos de rotura y Slump del concreto tuvieron gran importancia para alcanzar las características del concreto patrón y reconocer con qué porcentaje se logra la optimización. Los resultados expuestos no coincide con Pérez y Ochoa (2021), teniendo resistencias de 190.70, 196.05 y 204.00kg/cm<sup>2</sup> ya que cuando mayor es su adición su resistencia aumenta para dosificaciones de 2.5%, 5%, y 7.5%, su estudio de investigación fue realizado en la ciudad de Pucallpa ubicada a 154 m.s.n.m. con un clima cálido con lluvias moderadas, el cual interviene en la relación agua/cemento lo cual afecta a su resistencia es por ello que su estudio de investigación se propuso una resistencia de 175kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, nuestro estudio de investigación fue realizado en la ciudad de Chimbote que cuenta con un clima templado con condiciones más favorables nos permitió llegar optimizar la cantidad de cemento y llegar a cumplir una resistencia de diseño en relación 280kg/cm<sup>2</sup>.

Discusión 2: Los resultados encontrados para incrementar la cantidad de vacíos de aire de las muestras que se añadieron Ceniza hecha de Cáscara de Arroz se encontró un porcentaje de 2.7%, 3.7% y 4.7% para dosificaciones de 2%, 4% y 6% respectivamente lo cual es muy necesario en zonas con caída libre muy altas como en nuestro departamento de Ancash puede ser usados en zonas como Huaraz. Con respecto Villagrán y Zega (2017), artículo científico realizó en una dosificación del 15% tanto como para ceniza de cáscara de arroz natural, como para ceniza de cáscara de arroz optimizada en molienda se obtuvo un porcentaje de 2.4% y 3.6%, este estudio de investigación fue realizada en Argentina el cual cuenta con un clima similar con la ciudad de Chimbote, sin embargo, debido a que cuando se realizó la calcinación en un horno artesanal y al no tener una temperatura controlada el porcentaje de capacidad de aire fue menor en cuanto a la mezcla patrón y en cuanto

fue optimizada por la molienda se realizó una calcinación controlada a 700°C el porcentaje de contenido de aire fue muy similar en cuento a su mezcla patrón.

Discusión 3: Los resultados obtenidos del Slump de las muestras con adición de Ceniza de Cáscara de Arroz es de 3.9", 3.8" y 3.4", para dosificaciones de 2%, 4%, 6% respectivamente las cuales fueron elaboradas con un clima que se contaba con una temperatura de 16 y 24°C. Estos resultados muestran relación con Rodríguez y Tibabuzo (2019) de 4", 4", 3.5" y 2" para dosificaciones de 3%, 5%, 10% y 15% respectivamente, su estudio de investigación se realizó en Villavicencio - Colombia el cual cuenta con un clima de temperatura de 29 y 32°C donde el concreto puede llegar a sufrir una evaporación de humedad, sin embargo, para las dosificaciones de 3% y 5% el Slump no tuvo variación, esto se debe a que la Ceniza de Cáscara de Arroz vuelve a la masa más seca por lo que el Slump tiende a disminuir.

## VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados realizados en el actual estudio se llegó a concluir que la resistencia a la compresión se ve afectado por la sustitución parcial de ceniza de cáscara de arroz por el cemento para la preparación de concreto, esto se fundamenta en que a mayor porcentaje de ceniza de cáscara de arroz disminuye su resistencia, llegándose a alcanzar valores de 310.19, 301.83, 283.05kg/cm<sup>2</sup> para porcentajes del 2, 4 y 6% respectivamente, sin embargo, las resistencias obtenidas cumplen el diseño de concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, además, en la fabricación de concreto afecta favorablemente a la economía, optimizando la cantidad de cemento en 9.52, 28.17 y 55.02kg/m<sup>3</sup> dosificado en (2, 4 y 6%) de CCA.

A partir de los resultados realizados en la actual investigación, se llegó a concluir que el contenido de aire se ve afectado por la sustitución parcial de ceniza hecha de cáscara de arroz por el cemento para la fabricación de concreto, esto se fundamenta en que a mayor porcentaje de ceniza de cáscara de arroz aumenta su contenido de aire en 2.7, 3.7 y 4.7% para dosificaciones de 2, 4 y 6% respectivamente, el cual se puede llegar a utilizar como un aditivo incorporador de aire.

Se concluye que el Slump se ve afectado por la sustitución parcial de ceniza hecha de cáscara de arroz con el cemento para la fabricación de concreto, esto se fundamenta en que a mayor porcentaje de ceniza hecha de cáscara de arroz el Slump disminuye, siendo muy favorable para obtener un concreto con buena trabajabilidad y consistencia, muy favorable para losas de pavimento rígido.

A partir de los ensayos realizados se resalta el 2% de ceniza de cáscara de arroz para la optimización de cemento, siendo el porcentaje sustituido con mejores características y similitud a la muestra patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuras investigaciones, agrandar la resonancia de la presente investigación, diseñando mayor cantidad de briquetas para evaluar mejor las propiedades del concreto.

Se recomienda emplear la ceniza hecha de cáscara de arroz como aditivo para el concreto, porque optimiza la cantidad de cemento. Esto beneficiará mucho a la economía de nuestra ciudad, ya que nuestro Valle del Santa tiene gran cantidad de cáscara de arroz que no son valoradas como corresponde por la falta de información de la importancia de este cereal natural.

Es recomendable emplear la ceniza hecha de cáscara de arroz como aditivo incorporador de aire en el concreto, para incrementar su contenido de aire en zonas con altura donde se tiene un clima frío y con heladas como es la parte Sierra de nuestra Región de Ancash, mejorando la trabajabilidad y resistencia del concreto a la congelación y deshielo. Cabe recalcar que para zonas donde la temperatura es bajo 0°C y al encontrarse saturadas de agua ocasionan daños en la estructura del concreto.

Se recomienda para futuros estudios de investigación, ampliar el ámbito de la presente investigación realizando mayores ensayos de Slump por tiempos determinados.

Se recomienda en futuras investigaciones, realizar ensayos de resistencia a la flexión para complementar el estudio en pavimentos rígidos.

## REFERENCIAS

- [1] **ACI 211.** Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. *American Concrete Institute*. [En línea] [https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/211.1-91\(09\)\\_preview.pdf](https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/211.1-91(09)_preview.pdf).
- [2] **Alicaresp. 2022.** Conceptos Básicos de Pavimento Rígido. *Ingeniería*. [En línea] 24 de Junio de 2022. <http://alicaresp.com/2019/01/14/conceptos-basicos-de-pavimentos/>.
- [3] **Arévalo, Fabian. 2020.** *Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú : 2020.
- [4] **ASTM C128.** Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. *ASTM International*. [En línea]
- [5] **ASTM C136.** Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *ASTM International*. [En línea]
- [6] **ASTM C143.** Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. *ASTM International*. [En línea]
- [7] **ASTM C231.** Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method. *ASTM International*. [En línea]
- [8] **ASTM C29.** Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. *ASTM International*. [En línea]
- [9] **ASTM C39.** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. *ASTM International*. [En línea]
- [10] **ASTM C618.** Standard Specification for Coal Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. *ASTM International*. [En línea]
- [11] **ASTM D421.** Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size (Standard Withdrawn). *ASTM International*. [En línea]
- [12] **Castillo, Washington y Lindao, Rolando. 2018.** *Proyecto de investigación de implementación de la cáscara de arroz triturada en bloques de concreto para*

*viviendas populares*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil, Ecuador : 2018.

**[13] Choez, Alex y Ortiz, Christian. 2023.** *Optimización del Diseño de una Mezcla de Hormigón de Alto Desempeño a partir de la Adición de Ceniza de la Cascarilla de Arroz como Puzolana y Superplastificante para la obtención del Módulo de Rotura*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador : 2023.

**[14] Concreto Hidráulico Modificado con Sílice Obtenida de la Cascarilla de Arroz. Camargo, Nelson y Higuera, Carlos. 2017.** 1, s.l. : Neogranadina, 18 de Enero de 2017, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 27, págs. 91-109.

**[15] Cordero, Zoila Roja Vargas. 2009.** *La Investigación Aplicada: Una Forma de Conocer las Realidades con Evidencias Científicas*. San José : s.n., 2009.

**[16] Coyasamin, Oscar. 2016.** *Análisis Comparativo de la Resistencia A Compresión del Hormigón Tradicional, con Hormigón Adicionado con Cenizas de Cáscara De Arroz (CCA) y Hormigón Adicionado con Cenizas de Bagazo de Caña de Azúcar (CBC)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : 2016.

**[17] Effect of rice husk ash on high strength concrete. Muhammad, Ismail y A. M., Waliuddin. 1996.** 7, s.l. : Costruction and Building Materials, Octubre de 1996, Structurae, Vol. 10, págs. 521-526.

**[18] Gallard, Roxell.** El Origen de La Cascarilla de Arroz. *Scribd*. [En línea] <https://es.scribd.com/document/271101093/El-Origen-de-La-Cascarilla-de-Arroz#>.

**[19] Gonzales, José Luis Arias. 2022.** *Metodología de la investigación*. Puno : INUDI PERU, 2022.

**[20] Jaime, Miguel y Portocarrero, Luis. 2018.** *Influencia de la Cascarrilla y Ceniza de Cascarilla de Arroz sobre la Resistencia a la Compresión de un Concreto no Estructural, Trujillo 2018*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú : 2018.

**[21] La República. 2022.** ¿Qué es la Red Vial Nacional? Conoce las vías que la integran . *LA REPÚBLICA*. [En línea] 10 de Abril de 2022. <https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2022/04/08/red-vial-nacional-que-significa-y-que-vias-la-conforman-evat>.

[22] **Montero, Doménica Andrea. 2017.** *Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador.* Univeridad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador : 2017.

[23] **MTC.** Red Vial Nacional. *MTC PERÚ.* [En línea] [https://portal.mtc.gob.pe/logros\\_red\\_vial.html](https://portal.mtc.gob.pe/logros_red_vial.html).

[24] **Orchesi, Luis. 2019.** *Evaluación de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo cemento con una mezcla de esquisto y cenizas de cáscaras de arroz.* Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú : 2019.

[25] **Pérez, Edwin y Ochoa, José. 2021.** *Análisis comparativo de resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .* Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú : 2021.

[26] **Pérez, Hugo y Vergel, Gaby. 2019.** *Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio de la carretera de Incahuasi – CP. La Tranca (16+00km), Ferreñafe.* Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú : 2019.

[27] *Progresos en la caracterización de Adiciones Minerales y su Influencia en materiales Cementíceos (Artículo Científico).* **Villagrán, Yury y Zega, Claudio. 2017.** s.l. : Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, 2017. ISBN.

[28] **Quispe, Carlos y Ruiz, Edwin. 2022.** *Influencia de ceniza de cáscara de arroz en pavimento rígido diseñado con concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .* Magllanal, Jaén,2022. Universidad Cesar Vallejo, Jaen, Perú : 2022.

[29] **Ramos, Carlos y Solórzano, Gilberth. 2018.** *Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018.* Universidad Cesar Vallejo, Trujillo : 2018.

[30] **Rivera, Julian. 2015.** La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. *UDEP.* [En línea] 05 de Diciembre de 2015. <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>.

**[31] Rodríguez, Anyi y Tibabuzo, María. 2019.** *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico.* Universidad Santo Tomás, Villavicencio, Colombia : 2019.

**[32] 2014.** *Metodología de la Investigación.* s.l. : 6 ta edición, 2014.

**[33] Self-Compacting Concrete Reinforced with Steel Fibers from Scrap Tires: Rheological and Mechanical Properties. Younis, Khaleel, Ahmed, Fatima y Najim, Khalid. 2018.** 1, 01 de Septiembre de 2018, EAJSE, Vol. 4, págs. 2414-5602. ISSN.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

Título: Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Cenizas de Cascara de Arroz, Chimbote, 2023

Autor: De Paz Huamán Jerson Yordan; Paredes Zelaya Percy Williams

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Independiente		Como ingresa			
Ceniza de Cascara de Arroz	La ceniza de cáscara de arroz (CCA), que es el resultado al incinerar la cáscara de arroz, debido a que es altamente puzolánica y tiene una alta sílice y de concentración no debe ser acalorado por encima de 700 grados centígrados, porque cristaliza y pierde su valor de actividad.	Las CCA reemplazará el 2%, 4% y 6%, optimizando las propiedades físicas y mecánicas en función del peso del propio cemento.	Dosificación	2%	Razón
				4%	
				6%	
Dependiente		Que efecto			
Optimización de la mezcla de concreto	Es una mezcla de ligante (cemento portland), áridos finos, áridos gruesos y agua, en donde se analiza y reconoce el mejor desenlace posible entre todas las soluciones posibles, aplicando varios métodos de optimización, facilitando la comprensión y control de los parámetros que componen el procedimiento o proceso.	Las combinaciones de mezclas de concreto medirán el desarrollo de la cantidad de cemento optimizado en relación a la resistencia a la compresión, el incremento del contenido de vacíos y la variación del Slump.	Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto	Resistencia a la Compresión	Razón
				Contenido de Vacíos	Razón
				Slump	Razón

## Anexo 2: Matriz de Consistencia

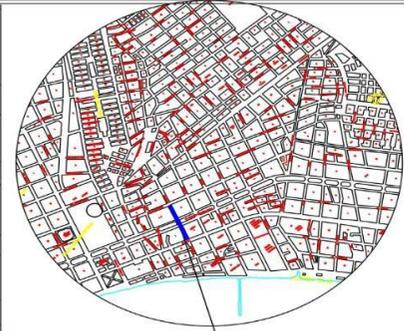
Título: Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Cenizas de Cascara de Arroz, Chimbote, 2023  
 Autor: De Paz Huaman Jerson Yordan; Paredes Zelava Percy Williams

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
P. General	O. General	H. General	Independiente				
El arroz que se cultiva en el Valle del Santa es uno de los mejores que se produce a nivel nacional. Los chimbotanos no le dan el uso apropiado a la ceniza de cascara del arroz, siendo un material reutilizable en la modificación de las propiedades del concreto, siendo una alternativa viable y de fácil acceso. <b>¿De qué manera la sustitución parcial de ceniza de cáscara de arroz influye en las propiedades físicas y mecánicas del</b>	Optimizar el uso de cemento en mezclas de hormigón mediante la sustitución parcial de ceniza de cáscara de arroz por cemento en la mezcla de concreto para	Mediante la sustitución dosificada de ceniza de cáscara de arroz en el concreto se podría optimizar los componentes del concreto garantizando las propiedades físicas y mecánicas del	Ceniza de Cascara de Arroz	Dosificación	2% 4% 6%	Laboratorio	<b>Método:</b> Científico <b>Tipo de Investigación:</b> Tipo Aplicada <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativa (causa
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	Dependiente				
Debido a la construcción informal en la ciudad de Chimbote y dosificaciones empíricas en obra de pavimentos rígidos, el concreto no llega a cumplir la resistencia a la compresión, ocasionando la fallas, deterioros, agrietamientos <b>¿Qué porcentaje de ceniza de cáscara de arroz alcanzara la resistencia a la compresión en función a la muestra patrón en pavimento rígido para consigo llegar a obtener una</b>	Optimización de una Cantidad de cemento en el diseño del concreto para pavimento rígido empleando cenizas de cáscara de arroz	Por medio del ensayo de compresión simple al concreto se podría realizar un análisis de la influencia de la ceniza de cáscara de arroz para la optimización de la cantidad de cemento en pavimentos rígidos	Optimización de la mezcla de concreto	Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto	Resistencia a la Compresión	Laboratorio	efecto) <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (cuasi) <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> 1.5 m <sup>3</sup> de hormigón
Debido al exceso de agregado fino en el diseño de concreto, en muchas ocasiones el porcentaje de vacíos en la mezcla de concreto es próximo a cero, lo cual ocasiona daños por fricción en el agregado del concreto. <b>¿Cuánto contribuye la ceniza de cascara de arroz en el contenido de</b>	Incrementar la cantidad de vacíos de aire del concreto a partir del reemplazo de ceniza de cáscara de arroz por cemento en	Usando el equipo denominado Olla de Washington se podría evaluar el incremento de la cantidad de vacíos en el concreto para diferentes dosificaciones de ceniza de	Optimización de la mezcla de concreto	Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto	Contenido de Vacíos	Laboratorio	<b>Muestra:</b> 0.5 m <sup>3</sup> de hormigon <b>Muestreo:</b> No Probabilístico <b>Técnica:</b> Observación Directa
La falta de un adecuado control de calidad en las obras viales que emplean concreto provoca la alteración y heterogeneidad del slump del concreto, ocasionando la falta de trabajabilidad del concreto <b>¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de</b>	Evaluar el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en la variación del Slump para pavimentos rígidos	Empleando el cono de Abrams se podría estimar el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en la trabajabilidad o Slump	Optimización de la mezcla de concreto	Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto	Slump	Laboratorio	<b>Instrumentos de la Investigación:</b> Ficha de Recolección de Datos de Laboratorios

### Anexo 3: Mapas y Planos



**PLANO UBICACION**  
ESC 1:2500



**LOCALIZACION**  
ESC: 1:2,500



ESCALA GRAFICA

UBICACION:	DEPARTAMENTO : ANCASH
	PROVINCIA : SANTA
	DISTRITO : CHIMBOTE
	SECTOR : JR. LIBERTAD
	NOMBRE DE LA VÍA : VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE
TESISTAS:	DE PAZ HUAMAN JERSON & PAREDES ZELAYA PERCY
PROYECTO:	OPTIMIZACIÓN DEL CEMENTO EN UNA MEZCLA DE CONCRETO 28X0,CM2 MEDIANTE EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE, 2023
RESPONSABLE:	ING. OLARTE PINARES JORGE RICHARD CIP: 84313
PLANO:	UBICACION Y LOCALIZACION
DATUM:	WGS84
ESCALA:	ZONA GEOGRAF.: 17 L
	FECHA: AGOSTO-2023
	INDICADA:

LAMINA N°  
**UL - 01**

#### Anexo 4: Panel Fotográfico



**Imagen 1:** Cáscara de Arroz del molino Santa Cruz



**Imagen 2:** Bachiller Paredes Zelaya Percy W. usando el molino de mano



**Imagen 3:** Bachiller De Paz Huamán Jerson con la muestra seleccionada



**Imagen 4:** Cáscara de Arroz en la mufla



**Imagen 5:** Ceniza de Cáscara de Arroz obtenida



**Imagen 6:** Bachiller De Paz Huamán Jerson junto al agregado



**Imagen 7:** Bachilleres separando la arena gruesa



**Imagen 8:** Se obtiene la arena gruesa para realizar la granulometria



**Imagen 9:** Bachiller Paredes Zelaya Percy W. seleccionando el agregado grueso



**Imagen 10:** Se obtiene el agregado grueso con el que se trabajará para la granulometria



**Imagen 11:** Pesado de las muestras seleccionadas



**Imagen 12:** Bachilleres De Paz Huaman Jerson Y. y Paredes Zelaya Percy W. pasando los agregados por los tamices.



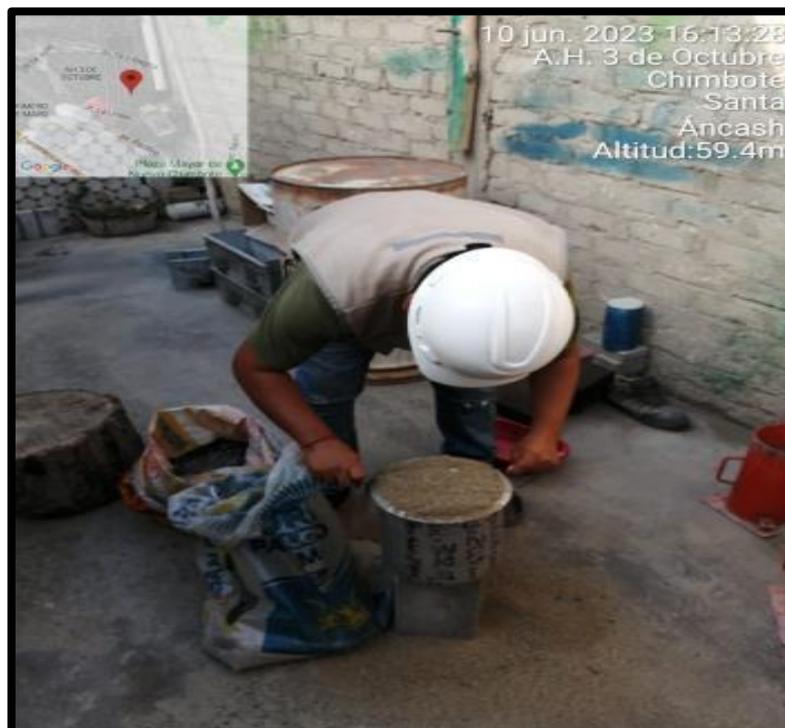
**Imagen 13:** Bachiller De Paz Huaman Jerson Y. pasando la muestra de agregados finos y grueso por las mallas



**Imagen 14:** Peso de la muestra que quedo en cada malla



**Imagen 15:** Llenado de arena gruesa en recipiente



**Imagen 16:** Enrasado de la Muestra



**Imagen 17:** Peso obtenido de la Muestra



**Imagen 18:** Se realizan 25 golpes por capa



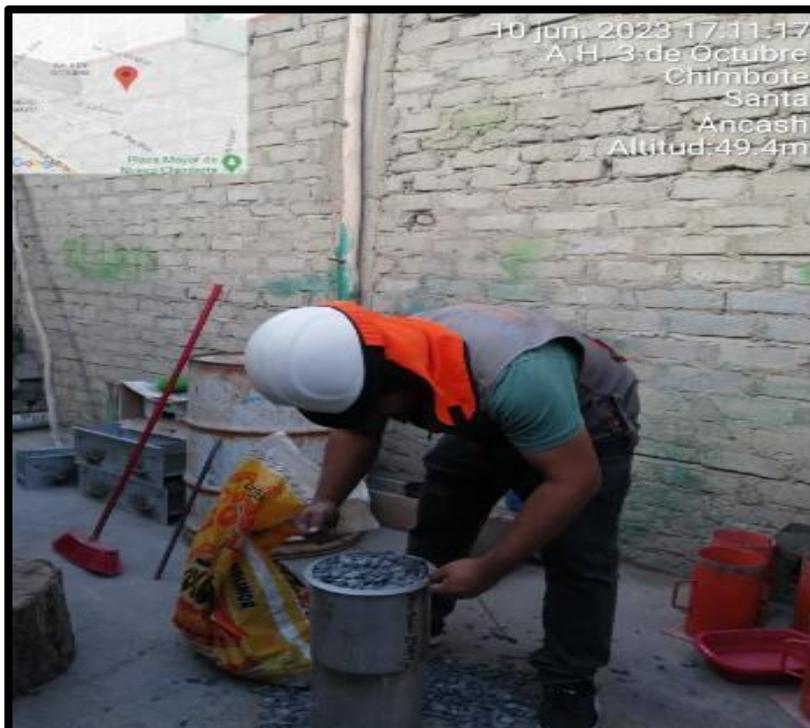
**Imagen 19:** Enrasado de arena gruesa



**Imagen 20:** Peso Volumétrico Compactado de la Muestra



**Imagen 21:** Llenado de grava en el recipiente



**Imagen 22:** Enrasado del material excedente de la Grava



**Imagen 23:** Peso Obtenido de la Grava



**Imagen 24:** Con la varilla se procede a realizar los 25 golpes por capa



**Imagen 25:** Enrasado del material excedente compactado de la grava



**Imagen 26:** Peso Volumétrico Compactado de la Grava



**Imagen 27:** Llenamos la olla en 3 capas de igual espesor y con ayuda de nuestra varilla realizamos 25 golpes por capa



**Imagen 28:** Enrasado de la olla de Washington



**Imagen 29:** Colocación de cubierta en la olla



**Imagen 30:** Nuestras llaves deben estar abiertas para introducir el agua, y pueda salir por la válvula.

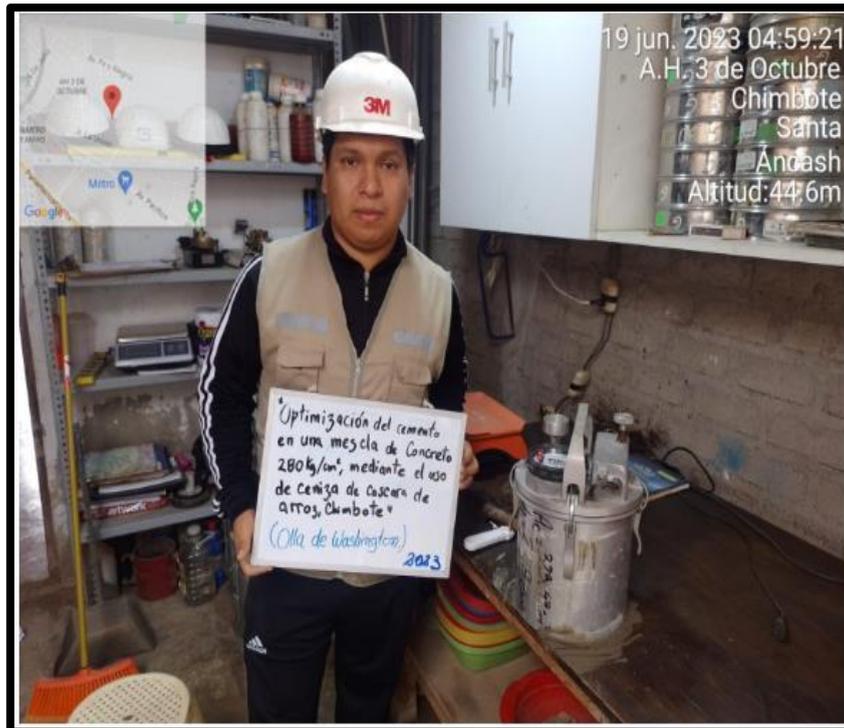


Imagen 31: Con las válvulas cerradas se procede a realizar el bombeo



Imagen 32: Verificación del contenido de aire



**Imagen 33:** Chuseo en 3 capas con 25 golpes



**Imagen 34:** Retiro del cono de Abrams



**Imagen 35:** Toma de medida del asentamiento



**Imagen 36:** Diseño de muestra Patrón



**Imagen 37:** Diseño de muestra con CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ al (2%,4% y 6%)



**Imagen 38:** Fabricación de mezcla muestra patrón



**Imagen 39:** Fabricación de mezcla con CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ al (2%,4% y 6%)



**Imagen 40:** Chuseado de muestra patrón y muestras experimentales



Imagen 41: Uso del martillo de goma para una mejor compactación de la probeta de diseño



Imagen 42: Rotura de probetas patrón y experimentales a los 7 días



Imagen 43: Rotura de briquetas patrón y experimentales a los 14 días



Imagen 44: Rotura de briquetas patrón y experimentales a los 28 días

## Anexo 5: Hoja de Calculo



**ING. GARCIA HERVIAS RICHA ALEXIS**  
INGENIERO CIVIL - CIP N° 249127



### Validación de Formatos

Habiéndose revisado los formatos de recolección de datos para el desarrollo de los ensayos en el laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. Se Valida que los tesisas:

**DE PAZ HUAMÁN JERSON YORDAN & PAREDES ZELAYA PERCY WILLIAMS**

Han desarrollado sus ensayos teniendo como referencia los Excel del laboratorio indicado, para obtener los resultados deseados producto de las pruebas desarrolladas por los tesisas en busca de alcanzar el grado de titulación.

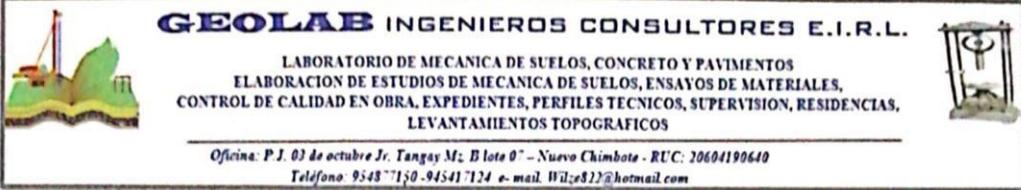
Se expide el presente documento, para los fines que el interesado crea conveniente.

Chimbote, 04 de noviembre del 2023.

  
GARCIA HERVIAS ROMARALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 249127

DIRECCION: Av. 9 de Octubre Mz. R115 - Santa  
celular: 946113656  
Ruc: 10481326643  
email: garcia.alexis94@gmail.com

## Anexo 6: Hoja de Calculo

 <p style="text-align: center;"><b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>          LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS          ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,          CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,          LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS          Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640          Telefono: 9548 7150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com</p>								
<p><b>TESIS:</b> "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"</p> <p><b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH</p> <p><b>TESISTA:</b> De Paz Huamán, Jerson Yordan Paredes Zelaya, Percy Williams</p> <p><b>FECHA:</b> JULIO DEL 2023</p>								
<p><b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 280 KG/CM<sup>2</sup></b>  <b>METODO DE DISEÑO 211 ACI</b></p>								
<p><b>I. ESPECIFICACIONES:</b></p> <p>La resistencia de diseño a los 28 días es de : <span style="float: right;"><b>f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>,</b></span>          se desconoce el valor de la desviación estándar</p>								
<p><b>1.2 Materiales:</b></p> <p><b>1.2.1 Cemento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cemento Tipo I</li> <li>- Peso Específico <span style="float: right;">3.11 gr/cm<sup>3</sup></span></li> </ul> <p><b>1.2.2 Agregado Fino:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arena Gruesa de Cantera: "VESIQUE"</li> <li>- Peso Específico <span style="float: right;">2.63 gr/cm<sup>3</sup></span></li> <li>- Absorción <span style="float: right;">1.11 %</span></li> <li>- Contenido de Humedad <span style="float: right;">0.24 %</span></li> <li>- Módulo de Fineza <span style="float: right;">3.07</span></li> <li>- Peso Suelto Seco <span style="float: right;">1565.14 Kg/m<sup>3</sup></span></li> <li>- Peso seco varillado <span style="float: right;">1725.09 Kg/m<sup>3</sup></span></li> </ul> <p><b>1.2.3 Agregado Grueso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Piedra Chancada Cantera: "CHERO"</li> <li>- Tamaño máximo nominal <span style="float: right;">1/2"</span></li> <li>- Peso seco varillado <span style="float: right;">1578.89 Kg/m<sup>3</sup></span></li> <li>- Peso Específico <span style="float: right;">2.80 gr/cm<sup>3</sup></span></li> <li>- Absorción <span style="float: right;">0.78 %</span></li> <li>- Contenido de Humedad <span style="float: right;">0.13 %</span></li> <li>- Peso Suelto Seco <span style="float: right;">1471.36 Kg/m<sup>3</sup></span></li> </ul> <p><b>1.2.4 Agua</b></p> <p style="padding-left: 40px;">Potable de la zona</p>								
								
<p>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.          LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO          Ing. Wilson J. Zelaya Santos          RUC: 20604190640 - CONSULTOR C - 127798          ESPECIALISTA EN MEJORA DE SUELOS Y GEOTECNIA</p>								
<p><b>II. SECUENCIA DE DISEÑO</b></p> <p><b>2.1 Resistencia Promedio a la compresion requerida (f'cr) cuando no hay datos disponibles para establecer una desviacion estandar de la muestra se tiene :</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>F'c</th> <th>F'cr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>+ 70 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>210 - 350 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>+ 84 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>&gt;350 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>+ 96 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">f'cr = f<sub>c</sub> + <span style="margin-left: 100px;">84</span> <span style="float: right;">364 Kg/cm<sup>2</sup></span></p>	F'c	F'cr	< 210 kg/cm <sup>2</sup>	+ 70 kg/cm <sup>2</sup>	210 - 350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 84 kg/cm <sup>2</sup>	>350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 96 kg/cm <sup>2</sup>
F'c	F'cr							
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	+ 70 kg/cm <sup>2</sup>							
210 - 350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 84 kg/cm <sup>2</sup>							
>350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 96 kg/cm <sup>2</sup>							



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Yangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640  
 Telefono: 914877150 - 945417134 e-mail: WUJ972@hotmail.com



**2.2 Selección del Tamaño Máximo Nominal:**

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de

- (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- (b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo

El tamaño máximo nominal es: 1/2"

**2.3 Selección del Asentamiento:**

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

**2.4 Volumen Unitario de Agua:**

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de: 1/2"

El volumen unitario de agua es: 216 lt/m<sup>3</sup>

**2.5 Contenido de Aire**

Aire atrapado 2.50 %

**2.6 Relación Agua - Cemento**

Para una resistencia de diseño: 364 Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado

Relación Agua - Cemento es: 0.45 por resistencia

**2.7 Factor Cemento:**

Contenido de cemento: 475.77 Kg/m<sup>3</sup>  
11.19 bls/m<sup>3</sup>

**2.8 Contenido de Agregado Grueso:**

Para un módulo de finiza = 3.070

Tamaño máximo nominal = 1/2"

Volumen Unitario Ag. Grueso = 0.5500 m<sup>3</sup>

Peso Ag. Grueso 868.39



**2.9 Cálculo de Volúmenes Absolutos:**

Cemento: 0.153 m<sup>3</sup>

Agua: 0.216 m<sup>3</sup>

Aire atrapado 0.025 m<sup>3</sup>

Agregado Grueso 0.310 m<sup>3</sup>

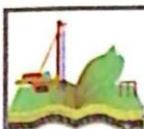
Total = 0.704 m<sup>3</sup>

**2.10 Contenido de Agregado Fino:**

Vol. Absoluto Ag. Fino: 0.296 m<sup>3</sup>

Peso Ag. Fino seco: 778.16 Kg/m<sup>3</sup>

  
 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 RUC: 2060190640 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 01 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wil@822@hotmail.com

### 2.11 Valores de diseño:

Cemento:	475.77 Kg/m <sup>3</sup>	
Agua de diseño:	216 lt/m <sup>3</sup>	
Agregado Fino seco:	778.16 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado Fino%: 47.26
Agregado Grueso seco:	868.39 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado Grueso: 52.74

### 2.12 Corrección por Humedad del Agregado:

Agregado fino:	780.01 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	869.53 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial de:	
Agregado fino:	-0.8730 %
Agregado grueso:	-0.6490 %

#### Aportes de Humedad de los Agregados:

Agregado fino:	-6.79 lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	-5.64 lt/m <sup>3</sup>
Total =	-12.43 lt/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	228.43 lt/m <sup>3</sup>

#### Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento:	475.77 Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	228.43 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino:	780.01 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	869.53 Kg/m <sup>3</sup>

2353.74

### 2.13 Proporción en Peso:

1            1.64            1.83    0.48    0.00

### 2.14 Pesos por Tandas de un Saco:

Cemento:	42.5 Kg/saco
Agua Efectiva:	20.41 lt/saco
Agregado Fino Humedo:	69.68 Kg/saco
Agregado Grueso Humedo:	77.67 Kg/saco



### 2.15 Peso por pie cúbico del:

Agregado Fino Humedo:	17.56 Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	20.84 Kg/pie <sup>3</sup>

### 2.16 Dosificación en Volumen:

Cemento:	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Humedo:	1.57 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	1.86 pie <sup>3</sup>

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

195373 - CONSULTOR C - 12/7796  
CARRERA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dosificación: cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	1.57	1.86	20.41 lts

SE DEBERA DE REALIZAR UNA MEZCLA DE PRUEBA A FIN DE VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS DEL PRESENTE DISEÑO, PARA EFECTUAR POSIBLES CORRECCIONES EN OBRA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 9548 7150 - 94541 7124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS:** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTA:** De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams

**FECHA:** JULIO DEL 2023

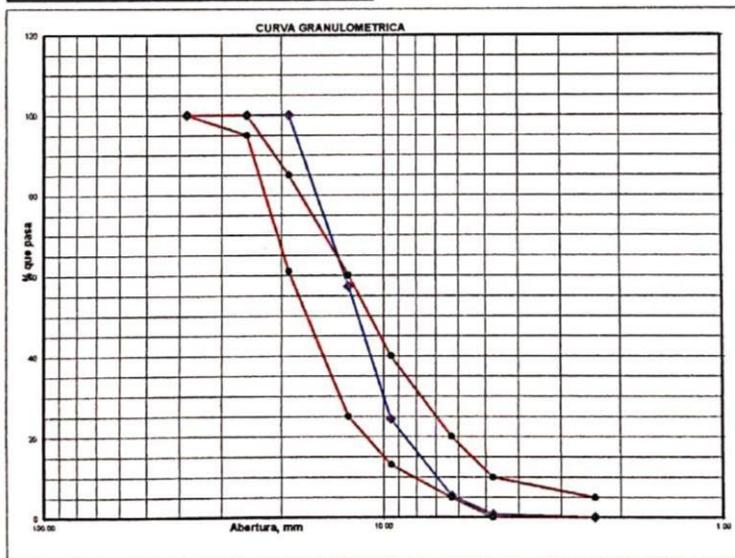
**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE 1/2"  
**CANTERA :** "CHERO"

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	3913.0
Peso Lavado y Seco, [gr]	0.0

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa	Límites Permisibles	
				[Min]	[Max]
1 1/2"	38.100	0.000	100.00	100	100
1"	25.400	0.000	100.00	95	100
3/4"	19.050	0.000	100.00	81	85
1/2"	12.700	1674.180	57.21	25	60
3/8"	9.510	1286.900	24.33	13	40
1/4"	6.300	741.480	5.38	5	20
Nº 4	4.760	182.810	0.71	0	10
< Nº 4	2.380	27.630	0.00	0	5

Módulo de Fineza	-
Tamaño Máximo Nominal (mm)	3/4"



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 12773 CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640

Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilson22@hotmail.com

**TESIS:** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTA:** De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams

**FECHA:** JULIO DEL 2023

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

**CANTERA :** "CHERO"

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

#### PESO UNITARIO SUELTO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Suelta + Molde [Kg]	12.975	12.642	12.963
2. Peso del Molde (Kg)	2.484	2.484	2.484
3. Peso de la Muestra Suelta (Kg)	10.491	10.158	10.479
4. Volumen del Molde (m <sup>3</sup> )	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Suelto (Kg/ m <sup>3</sup> )	1487.66	1440.44	1485.96
6. Peso Aparente Suelto Promedio (Kg/ m <sup>3</sup> )	<b>1471.36</b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Compactada + Molde [Kg]	13.536	13.776	13.543
2. Peso del Molde (Kg)	2.484	2.484	2.484
3. Peso de la Muestra Compactada (Kg)	11.052	11.292	11.059
4. Volumen del Molde (m <sup>3</sup> )	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Compactado (Kg/cm <sup>3</sup> )	1567.21	1601.25	1568.21
6. Peso Aparente Compactado Promedio (Kg/cm <sup>3</sup> )	<b>1578.89</b>		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

C. 195571 - CONSULTOR C - 127796  
ESTADISTICA, MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640

Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS:** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTA:** De Paz Huamán, Jerson Yordan

Paredes Zelaya, Percy Williams

**FECHA:** JULIO DEL 2023

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

**CANTERA :** "CHERO"

### 3. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C - 128 / NTP - 400.022)

Procedimiento	Muestra	Muestra	promedio
	01	01	
1. Peso de la cesta en agua (gr)	110.00	110.00	-
2. Peso de la cesta en agua + Muestra (gr)	433.20	432.50	-
3. Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	500.23	500.19	-
4. Peso de la muestra secada en el horno (gr)	496.52	496.20	-
6. Peso Especifico Bulk (base seca)	2.80	2.79	2.80
7. Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.83	2.81	2.83
8. Porcentaje de Absorción (%)	0.747%	0.804%	0.78%

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No	
	1	
1. Peso Tara [gr]	12.30	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	165.20	
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	165.00	
4. Peso Agua [gr]	0.20	
5. Peso Suelo Seco [gr]	152.70	
6. Contenido de Humedad (%)	0.131%	

CLASIFICACION	TIPO
Clasif. SUCS	GP
Clasif. AASHTO	A1-a (0)

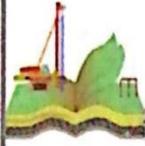


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP. 185413 - CONSULTOR C - 127776

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlza822@hotmail.com

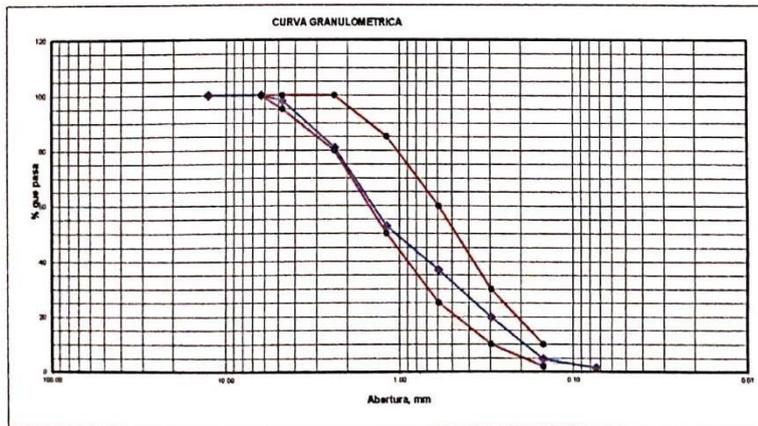
**TESIS:** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm2 mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTA:** De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams  
**FECHA:** JULIO DEL 2023  
**MUESTRA :** ARENA GRUESA **CANTERA :** "VESIQUE"

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	3246.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	0.0

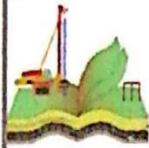
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa	Limites Permisibles	
				[Min]	[Max]
1"	25.400	-	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-	-
1/2"	12.700	0.000	100.00	-	-
1/4"	6.300	0.000	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.760	63.010	98.06	95.00	100.00
Nº 8	2.380	551.110	81.08	80.00	100.00
Nº 16	1.190	925.730	52.56	50.00	85.00
Nº 30	0.595	510.300	36.84	25.00	60.00
Nº 50	0.297	553.490	19.79	10.00	30.00
Nº 100	0.149	493.160	4.60	2.00	10.00
Nº 200	0.074	97.540	1.59	-	-
< Nº 200		36.850	0.00		

Módulo de Fineza	3.07
Tamaño Máximo (mm)	Nº 04 4.76



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

*Ing. Wilson J. Zelaya Santos*  
Nº 195373 - CONSULTOR C - 1/7796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649

Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wl:es822@hotmail.com

**TESIS:** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTA:** De Paz Huamán, Jerson Yordan

Paredes Zelaya, Percy Williams

**FECHA:** JULIO DEL 2023

**MUESTRA :** ARENA GRUESA **CANTERA :** "VESIQUE"

## 2. ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C - 29 / NTP 400.017)

### PESO UNITARIO SUELTO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Suelta + Molde [Kg]	13 317	13 628	13 619
2. Peso del Molde (Kg)	2 484	2 484	2 484
3. Peso de la Muestra Suelta (Kg)	10 833	11 144	11 135
4. Volumen del Molde (m <sup>3</sup> )	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Suelto (Kg/ m <sup>3</sup> )	1536.16	1580.26	1578.98
6. Peso Aparente Suelto Promedio (Kg/ m <sup>3</sup> )	1566.14		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Compactada + Molde [Kg]	14 685	14 683	14 580
2. Peso del Molde (Kg)	2 484	2 484	2 484
3. Peso de la Muestra Compactada (Kg)	12 201	12 199	12 096
4. Volumen del Molde (m <sup>3</sup> )	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Compactado (Kg/cm <sup>3</sup> )	1730.15	1729.86	1715.26
6. Peso Aparente Compactado Promedio (Kg/cm <sup>3</sup> )	1725.09		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilton J. Zelaya Santos  
C. 12 1773 - CONSULTOR C - 12/1776  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangey M.: B lote 0 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 9541 77150 - 94541 724 e-mail: Wilca822@hotmail.com

**TESIS:** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscaras de Arroz, 2023"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTA:** De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams

**FECHA:** JULIO DEL 2023

**MUESTRA :** ARENA GRUESA **CANTERA :** "VESIQUE"

### 3. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C - 128 / NTP - 400.022)

Procedimiento	Muestra		
	01		
1. Peso de la fola + Agua (gr)	1250.00		
2. Peso de la fola + Agua + Muestra (gr)	1562.20		
3. Peso de la material superficialmente seca (gr)	500.00		
4. Peso del material seco en el horno (gr)	494.50		
5. Peso Especifico Aparente	2.63		
6. Peso Especifico Nominal	2.71		
7. Porcentaje de Absorción (%)	1.11%		

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No	
	1	
1. Peso Tara [gr]	11.80	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	244.50	
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	243.95	
4. Peso Agua [gr]	0.55	
5. Peso Suelo Seco [gr]	232.15	
6. Contenido de Humedad (%)	0.237%	

CLASIFICACION	TIPO
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-b (0)



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

PROFESIONISTA - CONSULTOR C - 127776

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y DE TECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: WUze822@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Parodes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 - PATRON	05/06/2020	12/06/2020	7	38360.00	176.72	217.07	280	78%	224.46	80%
2	PROBETA N° 02 PATRON	05/06/2020	12/06/2020	7	41440.00	176.72	234.50	280	84%		
3	PROBETA N° 03 - PATRON	05/06/2020	12/06/2020	7	39200.00	176.72	221.82	280	79%		

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

#### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

ING. 196173 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wjz822@hotmail.com

TESIS "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Parodes Zelaya, Percy Williams

FECHA : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 2% de CCA	08/08/2020	15/08/2020	7	42030.00	178.72	237.83	280	85%	227.65	81%
2	PROBETA N° 02 AL 2% de CCA	08/08/2020	15/08/2020	7	38540.00	178.72	218.09	280	78%		
3	PROBETA N° 03 AL 2% de CCA	08/08/2020	15/08/2020	7	40120.00	178.72	227.03	280	81%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 145273 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M: B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wil: e822@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm2 mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 4% de CCA	08/06/2020	15/06/2020	7	44610.00	176.72	252.43	280	90%	244.00	87%
2	PROBETA N° 02 AL 4% de CCA	08/06/2020	15/06/2020	7	42500.00	176.72	240.49	280	86%		
3	PROBETA N° 03 AL 4% de CCA	08/06/2020	15/06/2020	7	42250.00	176.72	239.08	280	85%		

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

#### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 dias	14 dias	28 dias	90 dias	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
RUC: 20604190640 - CONSULTOR C - 127796  
Especialista en MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wil:z822@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 6% de CCA	08/06/2020	15/06/2020	7	35640.00	176.72	201.67	280	72%	203.73	73%
2	PROBETA N° 02 AL 6% de CCA	08/06/2020	15/06/2020	7	36860.00	176.72	208.58	280	74%		
3	PROBETA N° 03 AL 6% de CCA	08/06/2020	15/06/2020	7	35510.00	176.72	200.94	280	72%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilkon J. Zelaya Santos

C.I.P. 115373 - CONSULTOR C - 127796  
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilza122@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 - PATRON	05/06/2020	19/06/2020	14	52500.00	178.72	297.08	280	106%	297.31	106%
2	PROBETA N° 02 PATRON	05/06/2020	19/06/2020	14	53510.00	178.72	302.80	280	108%		
3	PROBETA N° 03 - PATRON	05/06/2020	19/06/2020	14	51810.00	178.72	292.04	280	104%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson I. Zelaya Santos

CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
C.O.P.E. - CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
C.O.P.E. - CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 9548 7150 - 94541 124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
 Paredos Zelaya, Percy Williams  
**FECHA** : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 2% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	47970.00	178.72	271.45	280	97%	269.37	96%
2	PROBETA N° 02 AL 2% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	48250.00	178.72	273.03	280	98%		
3	PROBETA N° 03 AL 2% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	46590.00	178.72	263.64	280	94%		

**Nota:**  
Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

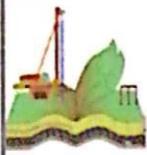
**OBS:**  
La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

**Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.**



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 C.O. 179377 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wil:e822@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 4% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	44060.00	176.72	249.32	280	89%	264.79	91%
2	PROBETA N° 02 AL 4% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	46310.00	176.72	262.05	280	94%		
3	PROBETA N° 03 AL 4% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	44710.00	176.72	253.00	280	90%		

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

#### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

C.I. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Parodes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 6% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	43350.00	176.72	245.30	280	88%	245.25	88%
2	PROBETA N° 02 AL 6% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	42920.00	176.72	242.87	280	87%		
3	PROBETA N° 03 AL 6% de CCA	08/06/2020	22/06/2020	14	43750.00	176.72	247.57	280	88%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP: 295376 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 9548 77130 - 945417124 e-mail: Wil:8322@hotmail.com



**TESIS** : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
 Paredes Zelaya, Percy Williams  
**FECHA** : JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 - PATRON	05/06/2020	03/07/2020	28	56900.00	176.72	321.88	280	115%	321.37	116%
2	PROBETA N° 02 PATRON	05/06/2020	03/07/2020	28	57680.00	176.72	328.39	280	117%		
3	PROBETA N° 03 - PATRON	05/06/2020	03/07/2020	28	55800.00	176.72	315.75	280	113%		

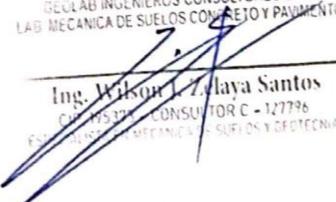
**Nota:**  
Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**  
La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 Ing. Wilson Z. Zelaya Santos  
 C.O. 195 278 CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y DISEÑO



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640

Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wil:es22@hotmail.com

TESIS : "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Parodes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vacado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 2% de CCA	08/06/2020	08/07/2020	28	54590.00	178.72	308.91	280	110%	310.19	111%
2	PROBETA N° 02 AL 2% de CCA	08/06/2020	08/07/2020	28	54300.00	178.72	307.27	280	110%		
3	PROBETA N° 03 AL 2% de CCA	08/06/2020	08/07/2020	28	55560.00	178.72	314.40	280	112%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP: 12771 - CONSULTOR C - 127776

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 0 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640

Teléfono: 954877150-945417134 e-mail: Wil:877@hotmail.com

**TESIS** Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023  
**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredos Zelaya, Percy Williams  
**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 4% de CCA	08/06/2020	06/07/2020	28	53480.00	176.72	302.63	280	108%	301.83	108%
2	PROBETA N° 02 AL 4% de CCA	08/06/2020	06/07/2020	28	53680.00	176.72	303.76	280	108%		
3	PROBETA N° 03 AL 4% de CCA	08/06/2020	06/07/2020	28	52860.00	176.72	299.12	280	107%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP: 201133 CONSULTOR C - 127796

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y DISEÑO



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wil:e322@hotmail.com

TESIS : Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : De Paz Huamán, Jerson Yordan  
Paredes Zelaya, Percy Williams  
FECHA : JULIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dis. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 AL 6% de CCA	08/06/2020	06/07/2020	28	50340.00	176.72	284.86	280	102%	283.05	101%
2	PROBETA N° 02 AL 6% de CCA	08/06/2020	06/07/2020	28	49620.00	176.72	280.78	280	100%		
3	PROBETA N° 03 AL 6% de CCA	08/06/2020	06/07/2020	28	50100.00	176.72	283.50	280	101%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson L. Zelaya Santos  
CIP. 145373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



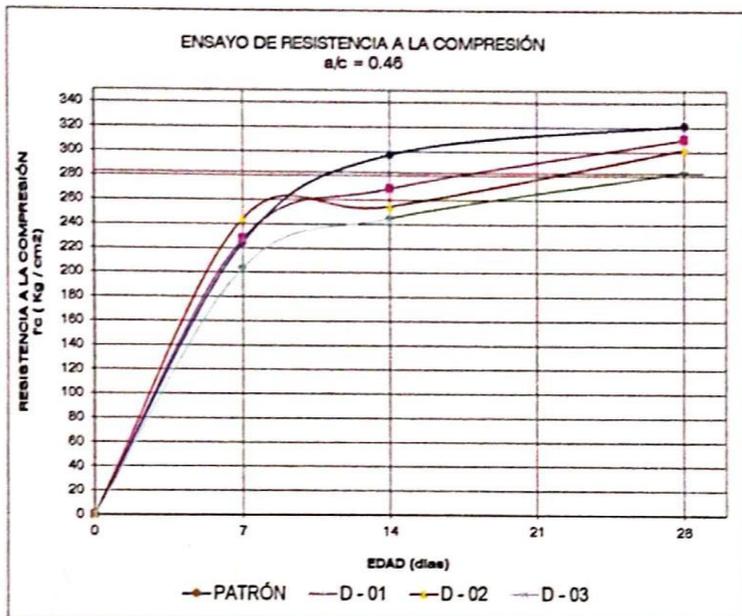
# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tanguay Mz. B lote 07 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wil:022@hotmail.com

**TESIS** Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, Chimbote, 2023.  
**UBICACION** : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** De Paz Huamán, Jerson Yordan.  
Parodes Zelaya Percy Williams.  
**FECHA** : JULIO DEL 2023



PATRÓN	
7	224.45
14	297.31
28	321.37

D1 - AL 2% CCA	
7	227.65
14	269.37
28	310.19

D2- AL 4% CCA	
7	244.00
14	254.79
28	301.83

D3- AL 6% CCA	
7	209.73
14	245.25
28	283.00

Jefe de Laboratorio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP: 127793 CONSULTOR C - 127796  
ASPE: 001 INGENIERIA DE SUELOS Y FUNDACIONES



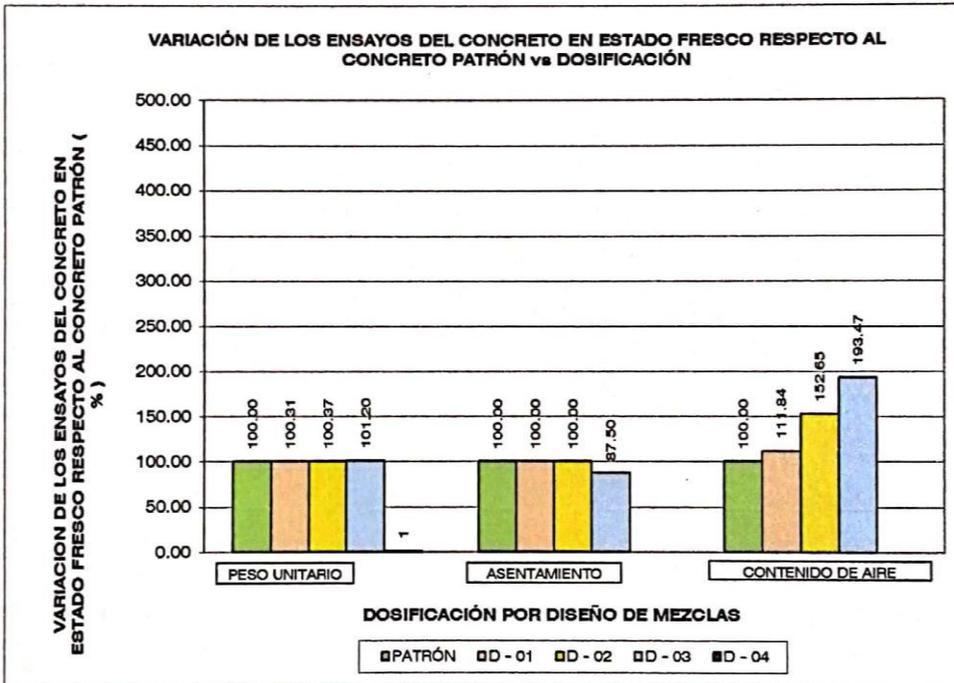
# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: WUz6822@hotmail.com

**TESIS** "Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, Chimbote, 2023".  
**UBICACION** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** De Paz Huamán, Jerson Yordan.  
 Paredes Zelaya Percy Williams.  
**FECHA** JULIO DEL 2020



DISEÑO	PESO ESPE. (Kg / m <sup>3</sup> )	ASENTAMIENTO (pulg)	CONT. AIRE (%)	ASENTAMIENTO (cm)
PATRÓN	2434.43	4	2.45	10.20
2% CCA	2441.86	4	2.74	9.90
4% CCA	2450.90	4	3.74	9.40
6% CCA	2480.20	3 1/2	4.74	8.60

DISEÑO	PESO ESPE. (%)	ASENTAMIENTO (%)	CONT. AIRE (%)
PATRÓN	100.00	100.00	100.00
2% CCA	100.31	100.00	111.84
4% CCA	100.37	100.00	152.65
6% CCA	101.20	87.50	193.47



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

*Ing. Wilson J. Zelaya Santos*  
 C.O.P. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



Trujillo, 11 de abril del 2023

INFORME N° 05 - ABR-23

Solicitante: De la Paz Huamán Jerson Yordan – Universidad César Vallejo  
Paredes Zelaya Percy Williams – Universidad César Vallejo

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

1. MUESTRA: Cascara de arroz (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-5A	10 mg	.....

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetria diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 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: 10 mg.

Dany M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CPE 8490

Jefe de Laboratorio: Ing. Dany Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Dany Chávez Novoa



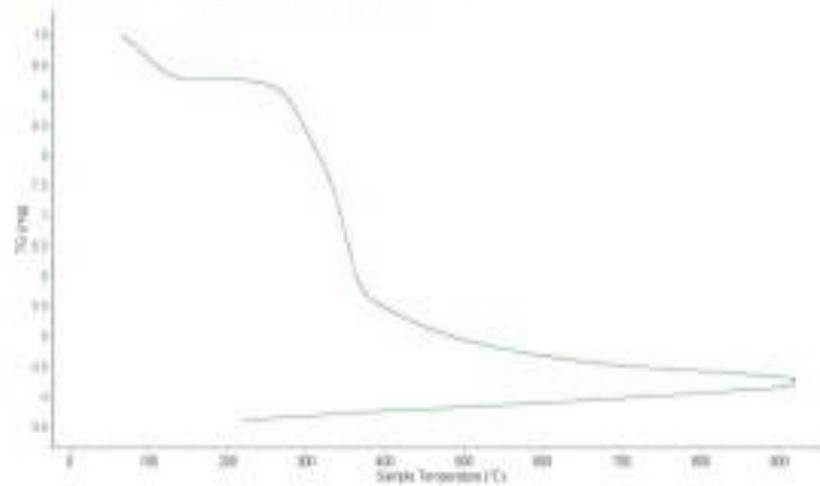
Trujillo, 11 de abril del 2023

INFORME N° 05 - ABR-23

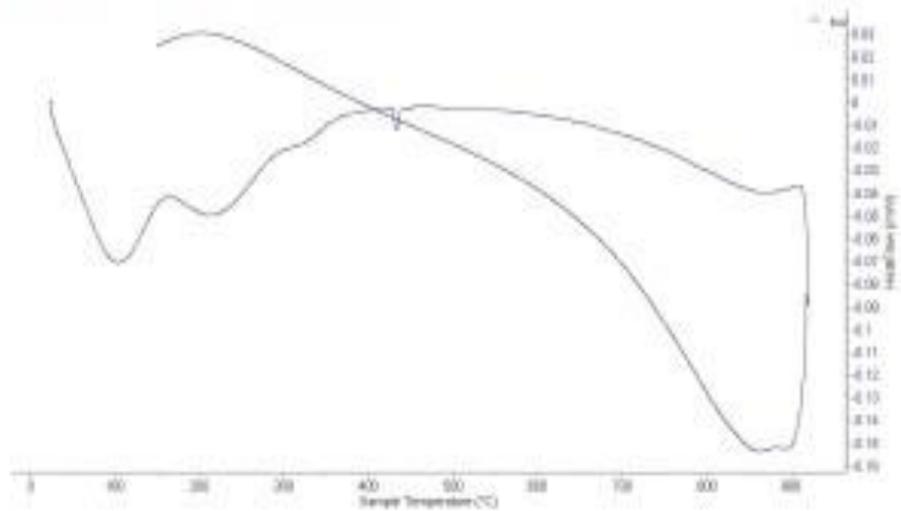


4. Resultados:

I- Curva de análisis termo-gravimétrico (TGA).



II- Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD)





Trujillo, 11 de abril del 2023

INFORME N° 05 - ABR-23

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termogravimétrico (TGA) se presentan dos caídas de la masa del material, la primera se observa entre 80 y 120°C y la segunda, la cual es la más importante, se da entre 270 y 350°C. Luego la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 55% de su masa inicial, aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico ATD, se puede mostrar importantes picos endotérmicos en 100°C y 210°C. Posteriormente, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 430°C lo cual indicaría que representan cambios estructurales y con ellos cambios en las propiedades del material.



Denny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CP. 84953

Trujillo, 11 de abril del 2023



Ing. Danny Mejías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°19 - LAQ/2023**

**Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de ceniza de cáscara de arroz a pedido de los Sres. **De Paz Huamán, Jerson Yordan y Paredes Zelaya, Percy Williams**, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad César Vallejo, que se titula:

**“Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  Mediante el Uso de Ceniza de cáscara de Arroz, Chimbote, 2023”**

Esta muestra fue previamente calcinada a  $430^\circ \text{C}$  durante 90 min. y se encuentra en forma de polvo fino de color gris.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de  $15 \mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de  $45^\circ$ ; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 900 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico  $Z$  igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de  $Z$  y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ( $Z=12$ ) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

L y M de oro que se producen por el bombardeo de su ánodo de oro por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón (Ar), que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en una muestra calcinada con elementos con números atómicos mayores que 12. La suma de estas concentraciones es algo mayor que 100%. Es probable que la muestra contenga compuestos diferentes de óxidos y/o se presenta una leve deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estas concentraciones iniciales se normalizan al 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

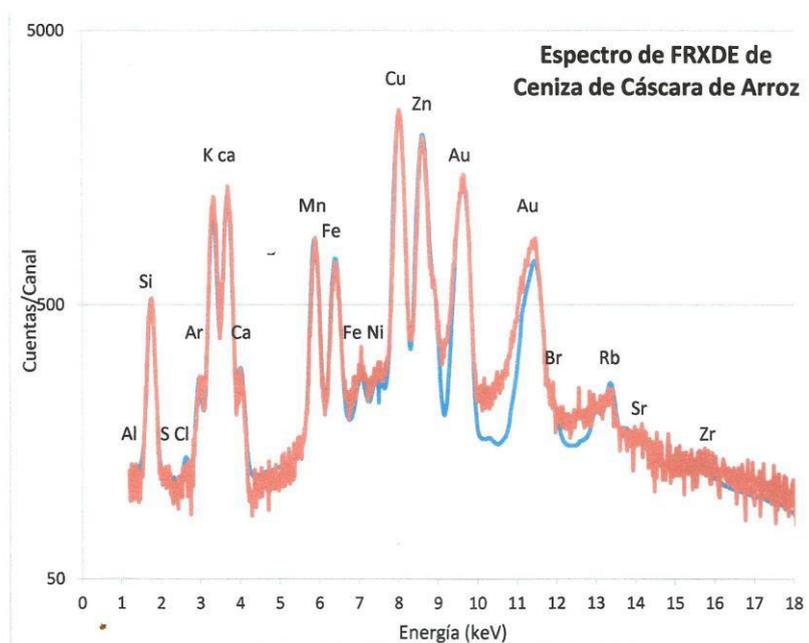


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de cáscara de arroz en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au primarios dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de cáscara de arroz en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.113	9.594
SiO <sub>2</sub>	96.546	83.353
SO <sub>2</sub>	0.553	0.478
ClO <sub>2</sub>	0.643	0.555
K <sub>2</sub> O	3.150	2.720
CaO	2.493	2.153
MnO	0.315	0.272
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.180	0.155
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015	0,013
CuO	0.505	0.436
ZnO	0.290	0.250
BrO <sub>2</sub>	0.010	0.008
Rb <sub>2</sub> O	0.003	0.002
SrO	0.007	0.006
ZrO <sub>2</sub>	0.005	0.005
Total	115.829	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Areometría



Lima, 04 de noviembre del 2023

## Anexo 7: Certificado de Laboratorio de los Ensayos

	<b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS	
<b>CERTIFICADO:</b>		
<p>El que suscribe, en representación de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. Certifica Que los tesisas:</p> <p style="text-align: center;"><b>DE PAZ HUAMÁN JERSON YORDAN &amp; PAREDES ZELAYA PERCY WILLIAMS</b></p> <p>Han desarrollado sus ensayos en este laboratorio desde el 24 de junio de 2023 hasta el 30 de Julio del 2023, desarrollando ensayos de granulometría, peso específico, slump, Olla de Washington y Rotura de probetas.</p> <p>Se expide el presente documento, para los fines que el interesado crea conveniente.</p> <p>Chimbote, 30 de julio del 2023</p>		
<p>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO</p>  <p>ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS CIP: 195373 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS</p> <hr/> <p>ESPECIALISTA ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS CIP: 195373</p>		
<p>Oficina: P.J. 13 de octubre Jr. Tanguay M; D lote 07 - Nuevo Chimbote - REC: 2064139640 Telefono: 954877150-961417124 e-mail: WJZ822@hotmail.com</p>		

## Anexo 8: Certificado de Calibración de Equipos

ARSOU GROUP		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	Página 1 de 2
Laboratorio de Metrología		N° LLA-802-2023	
Fecha de emisión	2023/06/17	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)	
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.	
Dirección	JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.	
Instrumento de medición	TAMIZ 2 1/2"	Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.	
Identificación	NO INDICA		
Marca	C & M		
Modelo	NO INDICA		
Serie	21.2		
Diámetro	8"		
Estructura	ACERO		
Procedencia	PERÚ		
Ubicación	Laboratorio de suelos		
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente		
Fecha de calibración	2023/06/17		
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.		
<b>ARSOU GROUP S.A.C.</b> Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com www.arsougroup.com			
<b>ARSOU GROUP S.A.C.</b> Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica METROLOGÍA			



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR	
mm						mm	mm	mm	mm	
63.21	63.42	64.53	64.21	61.49	61.58	63.21				
63.54										
							63.15	63.00	0.15	1.101

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-801-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -  
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ 2"**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 2G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
49.61	49.57	49.78	50.12	50.36	51.24	49.86	50.04	50.00	0.04	0.687
48.96	49.83	51.03								

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-800-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 1 1/2"
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	1G
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
37.21	37.26	37.45	37.61	38.06	38.11	37.69	37.64	37.50	0.14	0.383
37.09	37.22	38.02	36.98	37.68	37.44	37.61				
38.06	37.98	37.88	38.16							

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LLA-799-2023**

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GRUPO COLQUE E.I.R.L.**

Dirección AV. INDEPENDENCIA, CUADRA 23 NRO. S/N OTR. SALIDA CUSCO PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **TAMIZ 1"**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 1G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. *Hugo Luis Arévalo Carnica*  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR	
μm						μm	μm	μm	μm	
25.06	25.06	25.12	25.36	24.75	24.81	25.11	25.03	25.00	0.03	0.286
25.02	25.13	24.81	24.75	24.73	24.71	25.06				
25.21	25.26	25.34	25.46	24.38	25.46					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-798-2023

Página 1 de 2

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ 3/4"**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 0121N21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carmona  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-798-2023

Página 2 de 2

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 23 °C

Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
19.06	19.11	18.84	19.21	18.76	18.77	19.06	18.97	19.00	-0.03	0.171
19.17	18.96	18.87	18.77	18.69	18.93	19.02				
19.23	18.85	19.12	19.08	19.11	18.74					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-797-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 1/2"
Identificación	NO INDICA
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	1.2G
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
$\mu$ m							$\mu$ m	$\mu$ m	$\mu$ m	$\mu$ m
12.58	12.43	12.45	12.44	12.52	12.54	12.40	12.48	12.50	-0.02	0.072
12.56	12.44	12.39	12.42	12.57	12.53	12.49				
12.48	12.57	12.34	12.41	12.56	12.42					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-796-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	<b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	<b>TAMIZ 3/8"</b>
Identificación	NO INDICA
Marca	S.A. EQUIPOS TECNICAS E INGENIERIA
Modelo	NO INDICA
Serie	151H
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
9.45	9.48	9.52	9.53	9.56	9.48	9.56	9.52	9.50	0.02	2.079
9.48	9.42	9.42	9.43	9.47	9.53	9.52				
9.66	9.62	9.58	9.63	9.43	9.62					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-795-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 1/4"
Identificación	NO INDICA
Marca	S.A EQUIPOS TECNICAS E INGENIERIA
Modelo	NO INDICA
Serie	AS1M
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
6.29	6.33	6.29	6.29	6.34	6.36	6.33	6.35	6.30	0.05	0.052
6.42	6.44	6.39	6.42	6.32	6.33	6.35				
6.33	6.38	6.28	6.33	6.44	6.41					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-794-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ Nº 4**  
Identificación NO INDICA  
Marca C & M  
Modelo NO INDICA  
Serie 4G  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
4.68	4.68	4.72	4.83	4.82	4.77	4.69	4.76	4.75	0.01	0.049
4.82	4.83	4.76	4.81	4.79	4.78	4.75				
4.74	4.73	4.81	4.79	4.73	4.74					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Eujis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-793-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Instrumento de medición **TAMIZ N° 10**  
Identificación NO INDICA  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Serie 099B21  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ  
Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
2.01	2.02	1.99	1.98	1.99	1.96	2.03	2.01	2.00	0.01	0.031
1.98	1.97	2.02	2.01	2.03	2.03	2.04				
2.08	2.06	2.04	1.99	2.03	2.03					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -  
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ N° 20**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 060C21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 24 °C      Final: 24 °C  
Humedad Relativa          Inicial: 69 %hr      Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
836	845	839	847	863	852	859	851.52	850.00	1.52	10.451
849	847	849	861	856	863	864				
861	859	857	866	864	831	827				
849	851	856	847	836	854	855				
824	854	820	836	824	833	829				
845	847	851	847	842	858	856				
861	864	857	859	863	864	855				
866	857	871	866	862	865	866				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-791-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ Nº 30**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 30G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS								PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
μm								μm	μm	μm	μm				
586	592	584	586	576	589	593	602.18	600.00	2.18	22.318					
615	619	695	615	612	596	593									
581	587	583	582	582	610	603									
596	597	598	596	597	597	618									
614	612	605	608	596	597	596									
611	615	612	598	597	594	596									
596	601	599	596	598	586	612									
614	612	615	603	621	618	622									

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-790-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ N° 40**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 40G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**

*Hugo Luis Arevalo Carnica*  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
426	428	426	431	432	425	429	426.09	425.00	1.09	4.464
422	421	419	419	432	433	426				
436	428	427	431	432	432	431				
428	428	433	431	435	431	431				
427	428	428	429	433	430	432				
420	421	418	419	422	418	421				
418	418	415	421	422	416	423				
428	426	419	432	433	419	422				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-789-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Instrumento de medición **TAMIZ Nº 50**  
Identificación NO INDICA  
Marca C & M  
Modelo NO INDICA  
Serie 50G  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
$\mu$ m							$\mu$ m	$\mu$ m	$\mu$ m	$\mu$ m				
298	299	299	303	305	297	290	303.91	300.00	3.91	6.197				
309	298	297	297	298	301	291								
306	288	312	294	296	293	304								
288	291	293	291	292	294	293								
307	308	306	312	310	316	498								
304	303	312	311	313	306	308								
300	291	291	307	293	303	304								
299	291	301	307	297	295	309								
Arsou Group														

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ N° 100**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 048L21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones de cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**

*Hugo Luis Arevalo Carnica*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
151	149	149	152	153	152	153	151.27	150.00	1.27	2.500
151	150	150	149	149	149	147				
147	145	151	152	150	148	146				
153	154	155	153	151	150	147				
147	145	146	153	154	152	151				
149	153	151	149	153	152	150				
153	154	153	154	155	149	155				
153	154	152	151	152	152	148				
147	148	151	148	152	151	149				
156	147	149	153	155	154	152				
157	153	154	157	156	154	154				
153	152	153	154	149	153	154				
155	153	151	143	148	151	153				
148	149	150	154	153	153	152				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-787-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Instrumento de medición TAMIZ N° 200  
Identificación NO INDICA  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Serie 127M21  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ  
Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente  
Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
*Hugo Luis Arevalo Carnica*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**Anexo 9: Boleta de Ensayos de Laboratorio**



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640*  
*Teléfono: 954077150-945417124 e-mail: Wilz@22@hotmail.com*

RUC	20604190640
<b>BOLETA DE VENTA</b>	
0001 - 000844	

**SEÑORES:** PAREDES ZELAYA PERCY WILLIAMS - DE PAZ HUAMAN JERSON YORDAN

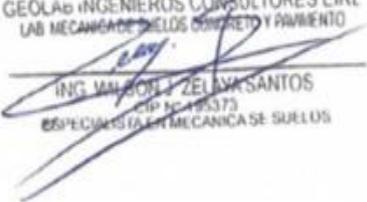
**DIRECCION** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**RUC** \_\_\_\_\_ **FECHA:** 21/8/23

CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION DEL SERVICIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO SI.	IMPORTE SI.
1	SERVICIO	"Optimización del Cemento en una Mezcla de Concreto 280kg/cm2 mediante el uso de Ceniza de Cáscara de Arroz, 2023"	1	2500	2.500,00
<b>TOTAL SI.</b>					<b>2.500,00</b>

**ADQUIRIENTE**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO



ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP Nº 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS