

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre  
el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y  
microsílice en la región Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Brian Jairo BALDEON SATURNO**

**Asesor:**

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre  
el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y  
microsílice en la región Pasco 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Reynaldo MEJIA CACERES**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. José German RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CÓRDOVA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

### INFORME DE ORIGINALIDAD N° 171-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023”

Apellidos y nombres de los tesisistas:

**Bach. BALDEON SATURNO, Brian Jairo**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. PACHECO PEÑA, Luis Alberto**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**15%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 16 de agosto del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA  
CACERES Reynaldo FAU  
20154805046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16.08.2024 10:47:24 -05:00

## **DEDICATORIA**

Agradecer a Dios por las oportunidades que siempre me dio todo lo que tengo y todo lo que soy es gracias a él.

A mis padres que siempre estuvieron a mi lado.

A mi familia por su constante apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil.

A mi tutor por su dedicación y paciencia sin sus enseñanzas y correcciones no hubiese podido lograr la meta proyectada.

Gracias por todos los consejos y aprendizajes que me brindaron en el camino profesional de mi carrera siempre estarán en la memoria de mi futuro profesional.

## RESUMEN

El proyecto actual se centra en la exploración de dos materiales alternativos que pueden ser utilizados como sustitutos del cemento en la elaboración del concreto. Se incorporó un residuo agrícola y microsílíce en cada una de las mezclas, con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas del concreto convencional y aumentar su resistencia a la compresión, así como su resistencia a los ataques de sulfatos. Los materiales investigados en este proyecto experimental son la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y la microsílíce, mostrando resultados prometedores al sustituir parcialmente el cemento por estos materiales. La investigación se enfocó en realizar sustituciones parciales de cemento con ambos materiales en porcentajes del 4% y 8% en las mezclas del concreto, evaluando su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Los resultados indican que la mezcla que se acerca más a la resistencia estándar de 210 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto convencional es aquella que emplea una sustitución parcial del 4% del cemento por ceniza de cascarilla de arroz y microsílíce. Estos resultados son alentadores ya que proporcionan una resistencia superior a la requerida. Además, con una sustitución del 8%, se obtiene una resistencia igual o ligeramente superior a la del concreto convencional.

**Palabras clave:** Concreto convencional, ceniza de cascarilla de arroz, microsílíce, compresión y comparación.

## ABSTRACT

The current project focuses on the exploration of two alternative materials that can be used as cement substitutes in the production of concrete. An agricultural residue and microsilica were incorporated in each of the mixtures, with the objective of improving the mechanical properties of conventional concrete and increasing its compressive strength, as well as its resistance to sulfate attack. The materials investigated in this experimental project are rice husk ash (RHA) and microsilica, showing promising results when partially substituting cement with these materials. The research focused on making partial cement substitutions with both materials in percentages of 4% and 8% in the concrete mixes, evaluating their compressive strength at 7, 14 and 28 days. The results indicate that the mix that comes closest to the standard strength of 210 kg/cm<sup>2</sup> for a conventional concrete is the one that uses a partial substitution of 4% of the cement with rice husk ash and microsilica. These results are encouraging since they provide a higher strength than required. In addition, with an 8% substitution, a strength equal to or slightly higher than that of conventional concrete is obtained.

**Keyword:** Conventional concrete, rice husk ash, microsilica, compression and comparison.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción está constantemente investigando nuevos materiales, aprovechando los residuos de otras industrias y recurriendo al reciclaje de materiales existentes en diferentes campos científicos. Se están explorando alternativas de materiales que puedan aportar valor añadido y mejorar el rendimiento, especialmente en lo que respecta al concreto.

Este estudio se enfoca en la sustitución y uso de ceniza de cascarilla de arroz y microsílíce en el concreto con cemento Portland, con pruebas en curso para evaluar la resistencia a la compresión del concreto con y sin estos materiales. Se ha constatado que las muestras de concreto que contienen ceniza de cascarilla de arroz y microsílíce superan las pruebas de durabilidad, incluso cuando están expuestas a agentes agresivos como el sulfato de magnesio, comúnmente presente en las áreas costeras peruanas y que puede afectar las estructuras de concreto expuestas a ambientes salinos.

El objetivo es producir concreto altamente elástico mediante la interacción con el suelo y la subestructura. Estudios físicos y químicos han demostrado que el concreto resultante puede tener una calidad superior al utilizar ceniza de cascarilla de arroz y microsílíce como sustituto del cemento. Se espera obtener resultados para concretos de alta resistencia con una mezcla diseñada para una resistencia especificada de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, con proporciones óptimas de ceniza de cascarilla de arroz y microsílíce. Estos concretos pueden ser utilizados en unidades más pequeñas según el volumen requerido.

Investigar el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y la microsílíce en la construcción de concreto permitirá identificar el comportamiento mecánico ideal del



concreto y su resistencia a agentes agresivos, beneficiando directamente al sector productor de cal. Tanto la ceniza de cascarilla de arroz como la microsílíce están diseñadas para mejorar la durabilidad, resultando en un concreto mejorado que se emplea en elementos estructurales como cimientos, vigas y columnas que interactúan con materiales agresivos.

La trabajabilidad, fluidez, resiliencia y elasticidad son factores esenciales para optimizar la resistencia del concreto. La lixiviación y la contracción pueden impactar los elementos estructurales de los edificios y deben tratarse con cuidado. En la actualidad, existen numerosos tipos de materiales basados en hormigón y cemento, ofreciendo un amplio espectro de opciones para diversas aplicaciones constructivas.

## INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	2
1.2.1.	Delimitación geográfica .....	3
1.2.2.	Delimitación temporal .....	3
1.2.3.	Delimitación de material .....	3
1.2.4.	Delimitación a la resistencia .....	3
1.3.	Formulación del problema .....	4
1.3.1.	Problema general .....	4
1.3.2.	Problemas específicos .....	4
1.4.	Formulación de objetivos .....	5
1.4.1.	Objetivo general .....	5
1.4.2.	Objetivos específicos .....	5
1.5.	Justificación de la investigación .....	5
1.5.1.	Justificación teórica. ....	6
1.5.2.	Justificación práctica .....	6
1.5.3.	Justificación económica. ....	6
1.5.4.	Justificación metodológica .....	7
1.5.5.	Justificación con el medio ambiente. ....	7
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	7

1.6.1.	Limitaciones climáticas y temporales.....	8
1.6.2.	Limitaciones de recursos .....	8
1.6.3.	Limitaciones sociales.....	9

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	10
2.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	10
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	12
2.1.3.	Antecedentes Locales .....	16
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	17
2.2.1.	Cenizas de cascarilla de arroz (CCA).....	17
2.2.2.	Microsílice en el concreto .....	19
2.2.3.	Generalidades del Concreto.....	20
2.2.4.	Métodos de diseño de mezcla .....	22
2.2.4.1.	MétodoACI 211 .....	23
2.2.5.	Resistencias físico – mecánicas .....	24
2.3.	Definición de términos básicos .....	27
2.3.1.	Aditivo.....	27
2.3.2.	Ceniza .....	27
2.3.3.	Mezcla.....	27
2.3.4.	Relación agua / cemento .....	28
2.3.5.	Falla en el concreto .....	28
2.3.6.	Fracturas de concreto .....	28
2.3.7.	Resistencia a Compresión.....	29
2.4.	Formulación de hipótesis .....	29
2.4.1.	Hipótesis general.....	30
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	30
2.5.	Identificación de variables.....	31
2.5.1.	Variables independientes.....	31
2.5.2.	Variables dependientes .....	31

2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	32
--	----

### CAPITULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación .....	34
3.2. Nivel de investigación .....	35
3.3. Métodos de investigación.....	35
3.4. Diseño de investigación .....	36
3.5. Población y muestra .....	36
3.5.1. Población.....	36
3.5.2. Muestra. ....	36
3.5.3. Muestreo. ....	37
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.6.1. Técnicas de recolección de datos. ....	37
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos. ....	38
3.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos.....	39
3.8. Tratamiento estadístico.....	40
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica .....	40

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	41
4.1.1. Descripción del Proyecto .....	41
4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.....	42
4.1.2.1. Antecedentes del Proyecto.....	42
4.1.2.2. Contenido del Proyecto .....	43
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	44
4.2.1. Propiedades físicas de los agregados .....	44
4.2.1.1. Análisis Granulométrico de los Agregados.....	45
4.2.1.2. Contenido de Humedad de Agregados.....	48
4.2.1.3. Cálculo del P.U.S. y P.U.C. de los Agregados .....	50
4.2.1.4. Cálculo del Peso Específico y Absorción de los Agregados.....	53

4.2.1.5. Densidad Real .....	55
4.2.2. Diseño de Mezcla .....	56
4.2.3. Propiedades mecánicas del concreto fresco estándar y aumentando CR .....	59
4.2.3.1. Temperatura del Concreto Fresco .....	59
4.2.3.2. Asentamiento del Concreto Fresco.....	60
4.2.4. Peso Unitario de Concreto .....	61
4.2.5. Resistencia a la Compresión del Concreto .....	62
4.2.5.1. Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de CCA .....	63
4.2.5.2. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% de CR.....	64
4.2.5.3. .Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de Microsílice .....	65
4.2.5.4. .Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 8% de Microsílice .....	66
4.3. Prueba de hipótesis.....	69
4.3.1. Aplicación de la Prueba de Normalidad.....	69
4.3.1.1. Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión ....	69
4.3.2. Prueba de ANOVA.....	70
4.3.2.1. Prueba de ANOVA para cada Resistencia.....	70
4.4. Discusión de resultados .....	71

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variable Independiente.....	32
Tabla 2 Operacionalización de Variable Dependiente .....	33
Tabla 3 Cantidad de Probetas Cilíndricas .....	37
Tabla 4 Análisis Granulométricos del Agregado fino .....	46
Tabla 5 Análisis Granulométricos del Agregado Grueso .....	47
Tabla 6 Contenido de humedad del agregado fino.....	49
Tabla 7 Contenido de humedad del agregado grueso. ....	50
Tabla 8 Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino .....	51
Tabla 9 Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso.....	52
Tabla 10 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	53
Tabla 11 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	54
Tabla 12 Densidad Real del CCA .....	55
Tabla 13 Resultados del Diseño de Mezcla por Método ACI 211 .....	56
Tabla 14 Proporciones de la combinación de CCA y Microsílice.....	56
Tabla 15 Reemplazo del 4% y 8% de CCA para 0.02 m <sup>3</sup> de concreto .....	57
Tabla 16 Reemplazo del 4% y 8% de Microsílice para 0.02 m <sup>3</sup> de concreto .....	58
Tabla 17 Temperatura de la Mezcla de Concreto.....	59
Tabla 18 Medición de Asentamiento del Concreto.....	60
Tabla 19 Peso Unitario del Concreto Endurecido .....	61
Tabla 20 Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Convencional.....	63
Tabla 21 Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de CCA.....	63
Tabla 22 Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 8% de CCA.....	64

Tabla 23 Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de Microsílice	65
Tabla 24 Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 8% de Microsílice	66
Tabla 25 Comparación de las resistencias de las probetas a diferentes edades.....	67
Tabla 26 Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión .....	69
Tabla 27 Prueba de ANOVA para cada Resistencia.....	70
Tabla 28 Prueba Post Hoc – Comparación múltiples.....	71

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cenizas de cascarilla de arroz .....	18
Figura 2. Microsílice .....	20
Figura 3. Composición del Concreto Fuente: (Tecnología del Concreto UAP-KELMER, 2019). .....	21
Figura 4. Propiedades Mecánicas del Concreto Fuente: (Procreto, s. f.). .....	21
Figura 5. Curva de la distribución granulométrica del agregado fino.....	46
Figura 6. Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso .....	48



## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Identificación y determinación del problema

La región de Pasco, en el año 2023, presenta una incertidumbre considerable en la elección de adiciones minerales para reforzar el concreto y mejorar su resistencia a la compresión. En particular, surge la necesidad de comprender y comparar los efectos de dos adiciones específicas, las cenizas de cascarilla de arroz y la Microsilice, en términos de su capacidad para aumentar la resistencia a la compresión del concreto. La atención de estudios específicos y comparativos en la región de Pasco sobre la influencia de las cenizas de cascarilla de arroz y la Microsilice en la resistencia a la compresión del concreto genera una falta de orientación para profesionales de la construcción en la región. La ausencia de información detallada sobre la efectividad relativa de las cenizas de cascarilla de arroz y la Microsilice como adiciones minerales en el concreto impide la toma de decisiones informadas en proyectos locales de construcción. La falta de

estudios locales específicos limita la capacidad de ingenieros y constructores para seleccionar adiciones minerales que optimicen la resistencia a la compresión del concreto, lo que puede tener implicaciones en la seguridad y durabilidad de las estructuras. La variabilidad en condiciones geográficas y climáticas entre regiones hace que los resultados de estudios externos no sean completamente aplicables a las condiciones específicas de Pasco, generando incertidumbre en la eficacia de las adiciones minerales. La falta de parámetros locales específicos para evaluar la influencia de las cenizas de cascarilla de arroz y la microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto en Pasco impide una evaluación precisa y contextualizada. La ausencia de estudios comparativos locales impide proporcionar orientación específica a los profesionales de la construcción en Pasco sobre las mejores prácticas y elecciones de adiciones minerales para mejorar la resistencia a la compresión en proyectos de concretos específicos de la región.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Estas delimitaciones proporcionan un marco claro y específico para la investigación, permitiendo una comparación significativa entre el uso de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco.

La presente investigación sobre el "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilíce en la región Pasco 2023" se define en términos específicos para enfocar y clarificar el alcance del estudio:

### **1.2.1. Delimitación geográfica**

La investigación se centra exclusivamente en la región de Pasco, en el distrito de Chaupimarca. Los resultados y conclusiones derivadas de este estudio se aplicarán específicamente a las condiciones y características del entorno concreto en Pasco.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

La investigación se realiza específicamente durante el mes de diciembre del año 2023 y el mes de febrero del 2024. Este período se selecciona para capturar las condiciones y prácticas constructivas actuales en la región de Pasco.

### **1.2.3. Delimitación de material**

El estudio se limita a concretos reforzados con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilice. Otros tipos de concreto y adiciones minerales no están contemplados en esta investigación. Se seleccionan muestras representativas de concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilíce, asegurando que reflejen la diversidad de condiciones y composiciones que podrían encontrarse en proyectos de construcción en Pasco. Los ensayos se realizan en condiciones de laboratorio controladas para garantizar la reproducibilidad y comparabilidad de los resultados. Sin embargo, se reconoce que las condiciones de laboratorio pueden diferir de situaciones del mundo real en proyectos de construcción.

### **1.2.4. Delimitación a la resistencia**

La evaluación se centra específicamente en la resistencia a la compresión del concreto reforzado con las dos adiciones mencionadas. Otros aspectos del

comportamiento del concreto, como resistencia a flexión o absorción de agua, quedan fuera del alcance de esta investigación. La investigación se centra en la comparación directa de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilice. Otras adiciones minerales no son objeto de análisis en este estudio. Los resultados y conclusiones se delimitan a su aplicabilidad práctica en proyectos de construcción en Pasco, brindando recomendaciones específicas para optimizar la resistencia a la compresión del concreto en la región.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023?
- ¿Cuál es el impacto específico de las microsilice en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023?
- ¿Cuáles son las diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023?

- ¿Cuál es la proporción más efectiva de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la mezcla de concreto para lograr la máxima resistencia a la compresión en la región de Pasco 2023?

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023.
- Evaluar el impacto específico de las microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023.
- Analizar las diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023.
- Determinar la proporción más efectiva de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la mezcla de concreto para lograr la máxima resistencia a la compresión en la región de Pasco 2023.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

La realización de la investigación titulada "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla

de arroz y Microsilice en la región Pasco 2023" se fundamenta en diversas razones que resaltan su importancia y relevancia:

#### **1.5.1. Justificación teórica**

La región de Pasco enfrenta desafíos específicos en la construcción debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas. Esta investigación se justifica al proporcionar datos específicos y prácticos sobre la resistencia a la compresión del concreto, adaptados a las necesidades y peculiaridades de la región. Se cuenta con recursos como cenizas de cascarilla de arroz, y la microsilíce es una adición mineral utilizada en la construcción. Optimizar su uso en el concreto contribuirá a una gestión más eficiente de los recursos locales y al desarrollo sostenible de la región.

#### **1.5.2. Justificación práctica**

La falta de estudios locales comparativos sobre el impacto de las cenizas de cascarilla de arroz y la Microsilice en la resistencia a la compresión crea incertidumbre en la selección de adiciones minerales. Esta investigación abordará esa brecha de conocimiento y proporcionará orientación precisa. Entender cómo las cenizas de cascarilla de arroz y la Microsilice afectan la resistencia a la compresión permitirá a ingenieros y constructores tomar decisiones informadas para aumentar la durabilidad y vida útil de las estructuras en Pasco.

#### **1.5.3. Justificación económica**

Proporcionar recomendaciones claras y fundamentadas para la optimización de la resistencia a la compresión del concreto permitirá una mayor

eficiencia en proyectos de construcción en Pasco, minimizando costos y maximizando la calidad de las estructuras.

#### **1.5.4. Justificación metodológica**

Los resultados obtenidos no solo se beneficiarán de proyectos específicos en Pasco, sino que también pueden tener aplicabilidad en otras regiones geográficas con condiciones similares, ampliando así el impacto y la utilidad de la investigación. La investigación contribuirá al conocimiento científico sobre el comportamiento del concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilice. Los hallazgos podrían influir en futuras investigaciones y proyectos en el campo de la ingeniería civil.

#### **1.5.5. Justificación con el medio ambiente**

Al identificar prácticas constructivas que utilizan recursos locales de manera efectiva, la investigación puede estimular la adopción de enfoques más sostenibles y amigables con el medio ambiente en el sector de la construcción en la región.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

A pesar de los esfuerzos por diseñar una investigación completa y precisa, es importante reconocer y delimitar las posibles limitaciones que podrían afectar la validez y generalización de los resultados de la tesis "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilice en la región Pasco 2023". Estas limitaciones incluyen:

### **1.6.1. Limitaciones climáticas y temporales**

La variabilidad climática a lo largo del año en Pasco podría influir en los resultados de los ensayos, especialmente aquellos que se centran en propiedades como la resistencia a la compresión. La investigación debe considerar estas variaciones, pero no puede abordar exhaustivamente todas las condiciones climáticas posibles. La investigación se lleva a cabo durante el año 2023 y 2024, y los resultados pueden reflejar las condiciones específicas de ese período. Los cambios estacionales y anuales podrían influir en la efectividad de las adiciones minerales en momentos específicos, pero la investigación no puede abarcar todos los posibles escenarios temporales.

### **1.6.2. Limitaciones de recursos**

Aunque se seleccionan muestras representativas de concreto con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilice, la variabilidad en las composiciones del concreto en proyectos reales podría no estar completamente reflejada. Además, las condiciones de laboratorio pueden diferir de situaciones del mundo real. La resistencia a la compresión del concreto puede estar influenciada por factores externos como la calidad de los materiales, las técnicas de construcción y las condiciones de curado. La investigación intenta controlar estos factores, pero no puede eliminar completamente todas las variables externas. La investigación se centra en cenizas de cascarilla de arroz y microsilíce como adiciones minerales. No abarca otros aditivos que podrían utilizarse en la región de Pasco, y la interacción de estas sustancias no se evalúa exhaustivamente en este estudio.



### **1.6.3. Limitaciones sociales**

Aunque los resultados pueden tener aplicabilidad en regiones geográficas similares, la generalización directa a otras áreas geográficas con diferentes condiciones puede requerir ajustes y validación adicionales. Aunque la investigación proporcionará recomendaciones prácticas, la aplicación efectiva en proyectos de construcción reales dependerá de factores adicionales, como la disponibilidad de recursos y las regulaciones locales, que pueden estar fuera del alcance de la investigación.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Según (Coyasamin Maldonado, 2016) en su tesis **“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).”** Indica que este proyecto se llevó a cabo utilizando dos materiales alternativos para reemplazar el cemento en la mezcla de concreto. Sin comprometer las propiedades mecánicas del hormigón convencional o regular, la incorporación de dos materiales de desecho agrícola en sus respectivas mezclas dio como resultado un hormigón con mayor resistencia a la compresión y mayor resistencia al ataque de los sulfatos. Los materiales utilizados

en este proyecto experimental fueron ceniza de cáscara de arroz (CCA) y ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), y se obtuvieron buenos resultados reemplazando parte del cemento por ceniza. Este estudio consistió en realizar la sustitución parcial de cemento en dos nuevos residuos agrícolas en las siguientes proporciones de 15% y 30% en una mezcla de concreto y probar la resistencia a la compresión a los 14 y 28 días. La mezcla más cercana a la resistencia del hormigón normal, 240 kg/cm<sup>2</sup> cuando se trabaja a 15 °C. Reemplazar parte del cemento con dos cenizas da buenos resultados, ya que da una resistencia mayor que antes, y al 30% da una resistencia igual o 2% más que el hormigón común.

- El tesista (De La Pared Condo, 2011) en su tesis de grado **“DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA EMPLEARLO EN PROYECTOS DE VIVIENDA DE BAJO COSTO”**. Realizó ocho combinaciones (diseños A al H) donde presentaron ahorro en cemento ya que en todos los casos este se reduce y es reemplazado por un material de menor costo. Con base en todos los ensayos y análisis efectuados, se puede concluir que el diseño "D" logra una resistencia a la compresión de 300.81 Kg/cm<sup>2</sup>, muy cercana a los 280 Kg/cm<sup>2</sup> deseados. Además, de todos los diseños realizados, es el que ofrece el mayor ahorro económico, reduciendo el costo del cemento en un 21.28% y el costo del hormigón en un 8.38%. Al igual que el diseño "D", el diseño "G", que alcanza una resistencia a la compresión

de 317.73 Kg/cm<sup>2</sup>, también podría ser utilizado en el proyecto como una opción más conservadora. Sin embargo, este último presenta un menor ahorro en el hormigón. Por lo tanto, se confirma que el diseño "D" es el más adecuado. Realizar múltiples diseños resultó ser una gran ventaja, ya que se obtuvieron hormigones con distintas resistencias que pueden ser utilizados en otros proyectos.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

- En la tesis “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO USANDO CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA)”, de (Vargas Villafuerte & Salinas Vásquez, 2023), El diseño de la mezcla se basó en el comportamiento de los agregados pétreos y del cemento Portland Tipo I, con un peso específico de 3.11 kg/m<sup>3</sup>, junto con ceniza, para alcanzar una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se determinó una relación agua/cemento (a/c) y agua/cemento más cenizo (a/c+p) de 0.509, un factor de cemento de 10.7 bls/m<sup>3</sup>, un contenido de aire del 2%, y las siguientes proporciones en peso: Para la muestra de control: C:1, A:1.65, P:1.91, 21.6 lt. Mezcla con 2.5% ceniza: C:0.975, A:1.65, P:1.91, CCA=0.025, 21.6 lt. Mezcla con 5% ceniza: C:0.95, A:1.65, P:1.91, CCA=0.05, 21.6 lt. Mezcla con 7.5% ceniza: C:0.925, A:1.65, P:1.91, CCA=0.075, 21.6 lt. Mezcla con 10% ceniza: C:0.90, A:1.65, P:1.91, CCA=0.1, 21.6 lt. Mezcla con 12.5% ceniza: C:0.875, A:1.65, P:1.91, CCA=0.125, 21.6 lt. El estado endurecido del concreto con cenizas muestra mejoras en su resistencia compresiva y a flexión,

incrementándolas en un 2.65% y un 3.77% respectivamente. El módulo elástico también aumenta en un 6.73%, aunque este beneficio se limita a una adición del 7.5%, ya que mayores cantidades de cenizas reducen la resistencia a los 28 días. La dosis óptima de sustitución de ceniza de cáscara de arroz, que mejora las propiedades plásticas y mecánicas en comparación con el concreto de control, es del 7.5%, alcanzando aumentos en las resistencias a los 28 días.

- (Cajavilca Choquemamani & Calderon Mamani, 2022) en su tesis **“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE MICROSÍLICE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA MEJORAR EL CONCRETO, JULIACA – PUNO”**. Se observa que la adición de microsíllice mejora las propiedades mecánicas del concreto en su estado endurecido y las características físicas en su estado fresco en el distrito altiplánico de Juliaca. Se concluye que la adición óptima de microsíllice para esfuerzos a compresión es del 6%, incrementando la resistencia del concreto convencional de 175 kg/cm<sup>2</sup> a 188.28 kg/cm<sup>2</sup>, de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 228.49 kg/cm<sup>2</sup>, y de 280 kg/cm<sup>2</sup> a 306.58 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Para esfuerzos a flexión, la adición óptima es del 3%, aumentando la resistencia de 26.98 kg/cm<sup>2</sup> a 28.30 kg/cm<sup>2</sup>, de 32.64 kg/cm<sup>2</sup> a 33.79 kg/cm<sup>2</sup>, y de 43.45 kg/cm<sup>2</sup> a 46.04 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a las propiedades físicas del concreto, se aprecia que el peso unitario y el revenimiento (Slump) tienden a disminuir con la adición de microsíllice.

- Según (Pérez Zumaeta & Ochoa Ramírez, 2021) en su tesis **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'_c=175$  KG/CM<sup>2</sup>.”** Indican que la muestra estuvo compuesta por un núcleo circular ensayado según NTP 339.034. Se llevaron a cabo un diseño de mezcla estándar de 175 kg/cm<sup>2</sup> y un diseño de mezcla con adición de 2,5%, 5% y 7,5% de ceniza de cáscara de arroz con base en el peso del cemento para los 7, 14 y 28 días de edad. De esta forma se evaluaron la resistencia a la compresión y los parámetros de asentamiento (consistencia) del mortero. Se realizó un análisis comparativo de estos parámetros entre mortero estándar y mortero con adición de ceniza de cascarilla de arroz. A partir de los resultados, las principales conclusiones de este estudio son: La adición de 2,5%, 5% y 7,5% de ceniza de cáscara de arroz al mortero aumentó la resistencia a la compresión en un 10,49% a los 7 días de edad. 15,47% o 22,95% según la muestra de mortero. La adición de 2,5%, 5% y 7,5% de ceniza de cáscara de arroz al mortero aumentó la resistencia a la compresión en un 6,17%, 11,22% y 16,85%, respectivamente, a los 14 días de edad en comparación con el mortero de muestra. La adición de 2,5%, 5% y 7,5% de ceniza de cáscara de arroz al mortero aumentó la resistencia a la compresión en un 4,92%, 7,31% y 12,24% a los 28 días en comparación con el mortero de muestra. La adición de ceniza de cáscara de arroz

redujo el asentamiento del mortero y mejoró la consistencia en todas las dosis en comparación con el mortero estándar.

- Según (Bellido Paz & Luna Vera, 2018) en su tesis **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN CONCRETO PATRÓN  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y SAN SALVADOR”** nos dicen que en este estudio se utilizaron muestras de concreto dopadas con las proporciones de 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10.0%, 12.5% y 15.0% y con base en los resultados obtenidos se determinó que la resistencia a la compresión fue de 7, 14, 28 y 90%. Se encontró que la tasa de adición óptima aumenta la resistencia a la compresión y mejora la procesabilidad dentro del ACI después de varios días. Quedan áreas recomendadas. Durante el diseño de la mezcla se agregó 12.5% de ceniza de cáscara de arroz y se logró una resistencia a la compresión de 270.84 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días y 290.23 kg/cm<sup>2</sup> después de 90 días en comparación con el concreto estándar con  $f'c= 226.65$  kg. /cm<sup>2</sup>. Hasta una tasa de adición del 15,0%, se podría concluir que la resistencia a la compresión de las muestras de concreto de todas las tasas de adición es directamente proporcional a la tasa de adición utilizada en este estudio. Esto se debe a que esta proporción reduce significativamente la trabajabilidad y resistencia del hormigón aditivo.

### 2.1.3. Antecedentes Locales

- Los tesisistas (Callupe Moreno & Condezo Ramos, 2023) en su tesis de grado **“CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y MACROFIBRAS SINTÉTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F’C=270 KG/CM<sup>2</sup>, PASCO”**. Indica que las investigaciones que evaluaron los efectos de la dosificación de RHA y MS en el concreto mediante pruebas de laboratorio han confirmado que las dosis de RHA al 2.50%, 5.00% y 7.50%, así como MS a 1.00 kg/m<sup>3</sup>, 2.00 kg/m<sup>3</sup> y 3.00 kg/m<sup>3</sup>, tienen un impacto positivo en las propiedades mecánicas del concreto. Los resultados de las investigaciones, según los registros de ensayos de laboratorio, confirman que el RHA influye en las propiedades mecánicas del concreto, aumentando la resistencia a la compresión en un 1.31% a los 28 días de curado y mejorando la resistencia a la tracción en un 7.53%. La dosis óptima es del 5.00% de RHA y 2.00 kg/m<sup>3</sup> de MS, siendo esta combinación la más efectiva en comparación con otras dosis. Cabe destacar que la mayor resistencia se alcanza en edades avanzadas del concreto. Los resultados de la resistencia a la tracción fueron positivos. Para el diseño con resistencia especificada de  $f'c = 270 \text{ kg/cm}^2$ , agregando cenizas de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas, se obtuvieron los siguientes resultados:  
Para 2.5% de RHA + 1.0 kg/cm<sup>2</sup> de MS: 41.72 kg/cm<sup>2</sup>. Para 7.5% de RHA + 1.0 kg/cm<sup>2</sup> de MS: 42.58 kg/cm<sup>2</sup>. Para 2.5% de RHA + 3.0 kg/cm<sup>2</sup> de MS: 41.71 kg/cm<sup>2</sup>. Para 7.5% de RHA + 3.0 kg/cm<sup>2</sup> de MS:



43.83 kg/cm<sup>2</sup>. Para 5.0% de RHA + 2.0 kg/cm<sup>2</sup> de MS: 40.72 kg/cm<sup>2</sup>.

Se concluye que la dosis óptima es de 5.0% de RHA + 2.0 kg/cm<sup>2</sup> de MS, ya que la resistencia a la tracción aumenta en un 7.53% en comparación con el concreto estándar.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Cenizas de cascarilla de arroz (CCA)**

Según un artículo publicado en (**Nota de prensa, 2022**) el 25 de julio, la cascarilla de arroz se produce principalmente en la Libertad, Lambayeque, Cajamarca y San Martín en el Perú, siendo Pasco otro importante contribuyente con un 22.6% de la producción, superando a San Martín. Esta información es respaldada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, que destaca la relevancia del arroz como uno de los principales productos agrícolas en la producción de enero de 2022. Además, se señala que en Pasco también se destacan otros productos como el plátano, la papa, la yuca, el café, el maíz amarillo duro, el olluco y la oca, los cuales tienen una relación con el material estudiado en la investigación.

Es importante destacar que, a lo largo de los años, el arroz ha sido uno de los productos más prominentes en la zona, particularmente en la región omagua o selva baja tropical, en los distritos de Puerto Bermúdez y Palcazú. Además, se reporta que, en el año 2021, Pasco destacó como uno de los principales productores de cascarilla de arroz, con un 47.1% del total.

**Figura 1.**

*Cenizas de cascarilla de arroz*



**Fuente:** Elaboración Propia.

Según (De La Pared Condo, 2011), la ceniza de cascarilla de arroz, también conocida como ceniza de paja de arroz, es un subproducto de la quema de la cascarilla de arroz, que se obtiene durante el proceso de producción de arroz. Se utiliza como un aditivo en la industria del concreto debido a sus propiedades puzolánicas. Cuando se incorpora ceniza de cascarilla de arroz al concreto, actúa como un material cementante suplementario. Algunos de los beneficios de usar ceniza de cascarilla de arroz en el concreto incluyen:

- **Mejora de la resistencia y durabilidad del concreto:** La ceniza de cascarilla de arroz reacciona químicamente con el hidróxido de calcio presente en el concreto, formando compuestos adicionales que mejoran la resistencia y la durabilidad del material.

- **Reducción del contenido de cemento Portland:** Al utilizar ceniza de cascarilla de arroz como un reemplazo parcial del cemento Portland en la mezcla de concreto, se puede reducir el contenido total de cemento, lo que puede llevar a beneficios económicos y medioambientales al disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con la producción de cemento.
- **Mejora de la trabajabilidad del concreto:** La ceniza de cascarilla de arroz puede mejorar la trabajabilidad del concreto fresco, lo que facilita su colocación y acabado.

En resumen, la ceniza de cascarilla de arroz es un material valioso en la industria del concreto debido a sus propiedades puzolánicas, que pueden mejorar la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto, al tiempo que ofrecen beneficios ambientales al reducir el uso de cemento Portland.

### 2.2.2. Microsílice en el concreto

De acuerdo a la **(NTP 334.087, 2018)** indica que el Microsílice es el resultado de la reducción de cuarzo con carbón de horno para la obtención de silicio y mezclas de ferrosilicio, que contiene un elevado contenido de sílice amorfa.

Desde el punto de vista del blog **(SUPERIOR, s. f.)**, La microsíllice, también conocida como sílice amorfa o sílice de humo, es un subproducto de la fabricación de silicio metálico y de ferrosilicio en la industria metalúrgica. Se trata de un polvo ultrafino compuesto principalmente por partículas de sílice amorfa con un tamaño de partícula muy pequeño, en el rango de nanómetros. Cuando se agrega al

concreto, la microsílíce actúa como un aditivo mineral que mejora diversas propiedades del concreto fresco y endurecido.

**Figura 2.**

*Microsílíce*



**Fuente:** Elaboración Propia.

Para (Arévalo Villacorta, 2001), en el concreto, la microsílíce se utiliza principalmente como un aditivo para mejorar la resistencia y durabilidad. Al agregar microsílíce al concreto, se puede aumentar su resistencia a la compresión, la resistencia a la abrasión, la resistencia a la penetración de cloruros y otros agentes agresivos, así como reducir la permeabilidad del concreto. Además, la microsílíce puede mejorar la cohesión y la trabajabilidad del concreto fresco, lo que facilita su colocación y acabado.

### **2.2.3. Generalidades del Concreto**

Según el blog (360 en Concreto, 2021), el concreto es un material de construcción ampliamente utilizado en todo el mundo debido a sus propiedades únicas y versatilidad. Algunas generalidades sobre el concreto incluyen:

- **Composición:** El concreto está compuesto principalmente por tres materiales: cemento Portland, agregados (como grava, arena o piedra triturada) y agua. Estos materiales se mezclan en proporciones específicas para crear una mezcla homogénea.

**Figura 3.**

*Composición del Concreto*

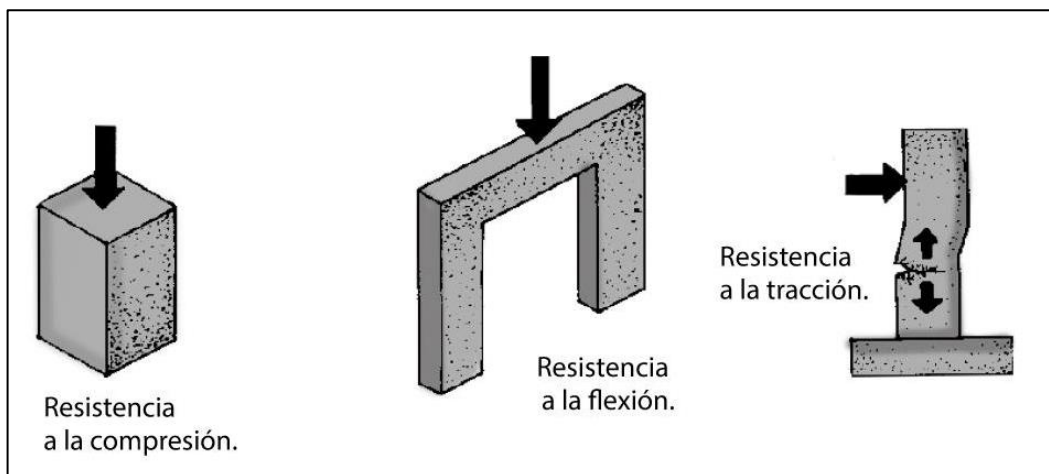


**Fuente:** (Tecnología del Concreto UAP-KELMER, 2019).

- **Propiedades:** El concreto tiene varias propiedades deseables, como resistencia a la compresión, durabilidad, resistencia al fuego, resistencia a la abrasión, aislamiento térmico y acústico, así como la capacidad de ser moldeado en diferentes formas y tamaños.

**Figura 4.**

*Propiedades Mecánicas del Concreto*



**Fuente:** (Procreto, s. f.).

- **Proceso de mezcla y colocación:** El concreto se mezcla en una planta de concreto o en el sitio de construcción utilizando mezcladoras. Luego, se vierte en moldes o encofrados y se compacta para eliminar burbujas de aire y asegurar una distribución uniforme de los materiales.
- **Curado:** Después de ser colocado, el concreto debe curarse adecuadamente para desarrollar su resistencia completa. El curado implica mantener el concreto húmedo y a una temperatura controlada durante un período de tiempo específico.
- **Aplicaciones:** El concreto se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones de construcción, como cimentaciones, losas, paredes, columnas, vigas, pavimentos, aceras, puentes, presas, entre otros.
- **Tipos de concreto:** Existen diferentes tipos de concreto diseñados para satisfacer diferentes necesidades de construcción, como concreto convencional, concreto premezclado, concreto de alta resistencia, concreto autocompactante, concreto de fraguado rápido, entre otros.

En resumen, el concreto es un material esencial en la industria de la construcción debido a sus características y aplicaciones versátiles, lo que lo convierte en un componente fundamental en una amplia gama de proyectos de ingeniería y arquitectura.

#### 2.2.4. Métodos de diseño de mezcla

(González Díaz et al., 2004). Actualmente se hace el diseño de mezcla para poder tener resultados aceptables y correctos al momento de necesitar un rango de resistencia para destinarlo a la aplicación en alguna estructura, por ello es que

existen diversos métodos con características respecto a ello, por eso radica en el uso bajo de cemento.

#### 2.2.4.1. Método ACI 211

Según el artículo de (Sánchez Arévalo et al., 2016), El método ACI 211 es un enfoque de diseño de mezcla de concreto desarrollado por el Instituto Americano del Concreto (ACI por sus siglas en inglés). Este método proporciona pautas detalladas para diseñar mezclas de concreto que cumplan con ciertos criterios de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. A continuación, se describen los pasos generales del método ACI 211 para el diseño de mezclas de concreto:

- **Establecer los requisitos de la mezcla:** Se determinan los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto en función de las necesidades específicas del proyecto y las condiciones ambientales.
- **Seleccionar los materiales:** Se eligen los materiales que compondrán la mezcla de concreto, incluyendo cemento, agregados gruesos y finos, agua y aditivos. Se consideran las propiedades individuales de cada material, como la resistencia, la densidad y la forma de las partículas.
- **Determinar las proporciones de los materiales:** Se calculan las proporciones de los materiales en la mezcla de concreto utilizando relaciones establecidas en el método ACI 211. Estas relaciones se basan en pruebas de laboratorio y consideran factores como la

relación agua/cemento, la cantidad de agregado, y la consistencia deseada del concreto.

- **Realizar ajustes:** Se realizan ajustes en las proporciones de los materiales según sea necesario para satisfacer los requisitos específicos del proyecto y las condiciones de construcción.
- **Realizar pruebas y ajustes finales:** Se elaboran muestras de concreto y se realizan pruebas de laboratorio para verificar que la mezcla cumple con los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Se realizan ajustes finales en las proporciones de los materiales si es necesario.
- **Documentar el diseño de la mezcla:** Se documentan todas las proporciones de los materiales y los resultados de las pruebas de laboratorio en un informe de diseño de mezcla de concreto.

El método ACI 211 proporciona un enfoque sistemático y basado en pruebas para el diseño de mezclas de concreto, lo que garantiza que el concreto cumpla con los requisitos de calidad y rendimiento especificados para un proyecto particular.

#### **2.2.5. Resistencias físico – mecánicas**

Las resistencias físico–mecánicas del concreto se refieren a las características del concreto que determinan su capacidad para resistir cargas físicas y mecánicas. Estas características son fundamentales para garantizar la durabilidad y el rendimiento estructural del concreto en diversas aplicaciones.



Algunas de las principales resistencias físico–mecánicas del concreto incluyen:

- **Resistencia a la compresión:** A la opinión de (CEMEX, 2019), la resistencia a la compresión simple es la principal característica mecánica del concreto. Se define como la capacidad del concreto para soportar una carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa, y a veces en libras por pulgada cuadrada (psi). Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se utilizan principalmente para verificar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requisitos de resistencia especificada ( $f'_c$ ) para una estructura en particular. Para estimar la resistencia del concreto en situ, la norma ASTM C31 establece procedimientos para pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se prueban de acuerdo con la ASTM C39, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto / NTP 339.034. En la mayoría de los países, la resistencia del concreto se mide a los 28 días, aunque existe una tendencia a realizar esta medición a los 7 días. A menudo, se determina la resistencia mecánica en periodos distintos a los 28 días, pero esto generalmente se hace con fines informativos.
- **Resistencia a la tracción:** Según (ICG, 1994) la resistencia a la tracción del concreto es un aspecto de gran interés para el diseño y control de calidad en diversas obras, especialmente en estructuras hidráulicas y de pavimentación. Sin embargo, debido a que los métodos de ensayo de tracción surgieron tardíamente, en la década de los cincuenta, la resistencia a la compresión

sigue siendo el principal indicador de calidad. Esto se debe principalmente a su larga trayectoria de uso, que ha permitido acumular una valiosa experiencia. El ensayo de tracción por hendimiento implica romper un cilindro de concreto, similar al que se usa en las pruebas de compresión, entre los cabezales de una prensa, aplicando fuerza en generatrices opuestas.

- **Resistencia a la flexión:** Según (NRMCA, 2017), la resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto y se refiere a la capacidad de una viga o losa de concreto no reforzada para resistir fallas por momento. Se evalúa aplicando cargas a vigas de concreto con secciones transversales de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) y con una luz de al menos tres veces su espesor. Esta resistencia se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y se determina mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (carga en los puntos tercios) o ASTM C293 (carga en el punto medio). El Módulo de Rotura es aproximadamente entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo del tipo, tamaño y volumen del agregado grueso utilizado. La correlación más precisa se obtiene mediante ensayos de laboratorio específicos para los materiales y diseño de la mezcla utilizados. El Módulo de Rotura obtenido con carga en los puntos tercios suele ser hasta un 15% menor que el obtenido con carga en el punto medio.

Estas resistencias físico-mecánicas son evaluadas mediante pruebas de laboratorio y están influenciadas por factores como la calidad de los materiales

utilizados en la mezcla de concreto, el diseño de la mezcla, el proceso de curado y las condiciones ambientales durante y después del fraguado del concreto.

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Aditivo**

Para (Kosmatka et al., 2004) el aditivo es un material usado en la mezcla para la mejora de alguna propiedad del concreto que se encuentra deficiente, adicionada durante o antes del proceso.

### **2.3.2. Ceniza**

Según (Kosmatka et al., 2004) la ceniza es aquella que proporciona una adición al concreto en lo que a sus características respecta debido a los componentes que posee, también es llamada un cemento ambiental o ecológico debido a tener puzolana que al ser similar al cemento genera una mejora adicional. Las cenizas volantes es la combustión del carbón volviéndose material cementoso.

### **2.3.3. Mezcla**

En el contexto del concreto, para el blog de (Construyendo Seguro, s. f.) una mezcla se refiere a la combinación de los componentes básicos que forman el concreto: cemento, agregados (arena y grava o piedra triturada), agua y, a menudo, aditivos. Estos materiales se combinan en proporciones específicas para crear un material que, al endurecerse, adquiere las propiedades necesarias de resistencia y durabilidad para diversas aplicaciones de construcción.

#### **2.3.4. Relación agua / cemento**

A la opinión del blog (**Putzmeister, s. f.**), la relación agua/cemento (a/c) en el concreto es la proporción entre la cantidad de agua y la cantidad de cemento utilizadas en la mezcla. Esta relación es crucial porque afecta directamente las propiedades del concreto, como la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad. Una relación agua/cemento más baja generalmente resulta en un concreto más resistente y duradero, pero puede hacer que la mezcla sea menos trabajable, mientras que una relación más alta puede mejorar la trabajabilidad, pero a menudo a expensas de la resistencia y la durabilidad. En resumen, la relación agua/cemento es un factor importante que influye en la calidad y el rendimiento del concreto.

#### **2.3.5. Falla en el concreto**

Según (**R. C. Hibbeler, 2012**), la falla en el concreto es el quiebre o rompimiento en una estructura de concreto, pueden llegar a ser desde una pequeña grieta hasta un total rompimiento del elemento. La falla en el concreto se refiere a la pérdida de capacidad estructural o funcional del concreto debido a diversos factores, que pueden incluir cargas excesivas, deficiencias en el diseño, errores de construcción, deterioro ambiental, entre otros. La falla puede manifestarse de diferentes maneras, dependiendo de la naturaleza del problema y las condiciones específicas de la estructura de concreto.

#### **2.3.6. Fracturas de concreto**

En el artículo de (**IMCYC, 2004**) nos indica que la fractura del concreto es aquel que mediante una carga que se somete a la prueba ya sea por compresión

o tracción, de manera externa provoca que se deforme hasta que esta sufra fisuras y rompa llegando a su límite de resistencia.

#### **2.3.7. Resistencia a Compresión**

Como lo menciona el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), este experimento se lleva a cabo mediante la preparación de una muestra de concreto con las instrucciones y la mezcla apropiada, posteriormente se coloca en una prensa donde se somete a fuerzas hasta que se produce su fallo.

Las fracturas en el concreto son grietas o fisuras que se forman en la masa de concreto debido a diferentes factores. Estas fracturas pueden ser pequeñas fisuras superficiales o grietas más grandes que comprometen la integridad estructural del concreto. Es importante identificar y abordar las fracturas en el concreto de manera oportuna para prevenir problemas más graves en la estructura y garantizar su durabilidad y seguridad a largo plazo. Esto puede implicar reparaciones como el sellado de fisuras, refuerzo estructural o reemplazo de secciones dañadas.

#### **2.4. Formulación de hipótesis**

Las hipótesis son afirmaciones o suposiciones tentativas que se formulan para ser probadas o refutadas mediante la investigación. Estas hipótesis son proposiciones que establecen relaciones entre variables y se basan en el conocimiento previo, la teoría existente o la observación inicial. Son fundamentales porque guían la investigación y permiten establecer objetivos claros y específicos para el estudio.

#### **2.4.1. Hipótesis general**

**Ho:** Se hipotetiza que no existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023.

**Hi:** Se hipotetiza que existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

**Ho1:** El impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión no mejora el concreto en la región de Pasco 2023.

**Hi1:** El impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión mejora el concreto en la región de Pasco 2023.

**Ho2:** El impacto específico de las microsilíce en la resistencia a la compresión no mejora el concreto en la región de Pasco 2023.

**Hi2:** El impacto específico de las microsilíce en la resistencia a la compresión mejora el concreto en la región de Pasco 2023.

**Ho3:** No hay diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023.

**Hi3:** Si hay diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023.

## 2.5. Identificación de variables

### 2.5.1. Variables independientes

- **Cenizas de cascarilla de arroz:** La ceniza de cascarilla de arroz (CCA) es un subproducto generado después del proceso de molienda del arroz. Se produce en grandes cantidades anualmente y se acumula en toneladas. Posteriormente, la cáscara se quema para obtener la ceniza.
- **Microsílice:** La microsíllice es un subproducto de la producción de silicio metálico o de ferrosilicio. Consiste en partículas ultrafinas de sílice amorfa, y se utiliza como aditivo en el concreto para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Ayuda a aumentar la resistencia, reducir la permeabilidad y mejorar la durabilidad del concreto.

### 2.5.2. Variables dependientes

- **Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto:** La resistencia a la compresión del concreto es la variable dependiente central en esta investigación. Se refiere a la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión antes de sufrir fallas. Esta variable se medirá en unidades de presión (por ejemplo, en megapascales) y se evaluará en muestras de concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz, con Microsilice, y en concreto convencional para comparar y analizar las diferencias en la resistencia a la compresión entre las distintas formulaciones.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1

*Operacionalización de Variable Independiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Cenizas de cascarilla de arroz</b>	La ceniza de cascarilla de arroz (CCA) es un subproducto generado después del proceso de molienda del arroz. Se produce en grandes cantidades anualmente y se acumula en toneladas. Posteriormente, la cáscara se quema para obtener la ceniza.	La ceniza de cascarilla de arroz, que contiene óxido de sílice amorfo, se utiliza como un reemplazo parcial del cemento Portland en mezclas de concreto. Este material contribuye a aumentar la resistencia del concreto y ofrece beneficios concretos que ayudan a reducir la contaminación y los costos de las estructuras. El uso de la ceniza de cascarilla de arroz se basa en porcentajes específicos, considerando sus características como el análisis granulométrico, peso específico, peso volumétrico y módulo de finura.	<b>D1:</b> dosificaciones adecuadas de las Cenizas de cascarilla de arroz.	<b>I1:</b> dosificación 4% y 8% <b>I2:</b> análisis granulométrico <b>I3:</b> peso específico. <b>I4:</b> módulo de fineza. <b>I5:</b> peso volumétrico.	Cuantitativo	De razón
<b>Microsílice</b>	La microsíllice es un subproducto de la producción de silicio metálico o de ferrosilicio. Consiste en partículas ultrafinas de sílice amorfa, y se utiliza como aditivo en el concreto para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Ayuda a aumentar la resistencia, reducir la	Análisis mecánico y físico de la microsíllice para dosificar de acuerdo a los límites permisibles y/o recomendados de la microsíllice.	<b>D2:</b> dosificaciones adecuadas de la microsíllice.	<b>I1:</b> dosificación 4% y 8% <b>I2:</b> análisis granulométrico <b>I3:</b> peso específico. <b>I4:</b> módulo de fineza.	Cuantitativo	De razón



---

permeabilidad y mejorar la durabilidad del concreto.

I5: peso volumétrico.

---

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 2**

*Operacionalización de Variable Dependiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto	La resistencia a la compresión del concreto se basa en las características o cualidades básicas, tomando en cuenta que será referido exclusivamente al material que está siendo analizado.	La resistencia a la compresión del concreto es la variable dependiente central en esta investigación. Se refiere a la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión antes de sufrir fallas. Esta variable se medirá en unidades de presión (por ejemplo, en megapascales) y se evaluará en muestras de concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz, con Microsilice, y en concreto convencional para comparar y analizar las diferencias en la resistencia a la compresión entre las distintas formulaciones.	D1: Resistencia a compresión.	a I1: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ I2: diámetros de las probetas de ensayo. I3: peso de las probetas de ensayo. I4: Resistencia a la compresión cenizas de cascarilla de arroz y microsilice.	Cuantitativo

---

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación realizada para este trabajo adopta un enfoque aplicado con orientación cuantitativa, lo cual facilita una evaluación realista fundamentada en variables que pueden ser medidas, replicadas y reproducidas en condiciones idénticas en cualquier momento. Además, esta metodología nos ha permitido emplear datos digitales. (Introducción a la Investigación, s. f.).

En este tipo de investigación, se busca obtener resultados que sean directamente aplicables en la solución de problemas o en la mejora de situaciones existentes. La investigación aplicada suele tener un enfoque más práctico y orientado hacia la acción, con el objetivo de generar resultados que puedan ser implementados en la práctica para mejorar la vida de las personas, impulsar el desarrollo económico o resolver desafíos específicos en diferentes campos del conocimiento.

### **3.2. Nivel de investigación**

Es explicativa porque se busca dar a conocer las causas que han dado origen o condicionaron la naturaleza del fenómeno en estudio. (Carrasco Díaz, 2008) con este estudio podremos conocer porque es que la cascarilla de arroz y microsílíce mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  dando una explicación real y científica.

En la investigación explicativa, se busca identificar y comprender los factores que subyacen a un determinado fenómeno o proceso. Esto implica probar hipótesis causales y utilizar análisis estadísticos u otras técnicas para determinar la relación de causalidad entre las variables. A través de este tipo de investigación, se intenta descubrir las razones y los mecanismos que explican los resultados observados, lo que permite una comprensión más profunda y significativa de los fenómenos estudiados.

### **3.3. Métodos de investigación**

Este proyecto de investigación seguirá un enfoque científico, el cual implica la adquisición de conocimientos basados en el método científico. Esto incluye procesos como la observación, medición, verificación, construcción, análisis y ajuste sistemático de las hipótesis en evolución. (El método científico, s. f.).

Se caracteriza por seguir una serie de pasos ordenados y lógicos que incluyen la observación, la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos o estudios, la recopilación y análisis de datos, y la interpretación de los resultados. El objetivo principal del método científico es comprender, explicar o predecir

fenómenos mediante la aplicación de principios rigurosos y objetivos, lo que permite establecer conclusiones válidas y reproducibles.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación sigue un enfoque experimental, que implica la manipulación y control de varias variables en un entorno controlado para observar y analizar sus efectos. En este estudio, se llevarán a cabo pruebas de laboratorio para evaluar cómo la adición de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce afecta la resistencia a la compresión del concreto reforzado. Se modificarán las variables independientes, como el tipo y la cantidad de aditivos minerales, las condiciones ambientales locales y el tiempo, con el fin de investigar su impacto en la resistencia a la compresión del concreto, que es la variable dependiente. (Diseños de Investigación, s. f.).

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

En este estudio, la población estará representada por conjuntos de muestras cilíndricas que cumplirán con los requisitos de las normativas actuales para realizar ensayos de compresión. Por lo tanto, se han preparado un total de 45 muestras cilíndricas para un diseño de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, comparando el concreto convencional con el concreto que incluye cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce.

#### **3.5.2. Muestra**

Se explicó que una muestra es un conjunto particular y limitado de elementos seleccionados de una población. Es razonable suponer que, si todos

los elementos fueran iguales, sería suficiente con una única muestra para representarlos. Sin embargo, dada la diversidad inherente en la realidad, se necesita un tamaño de muestra mayor que uno, pero menor que el tamaño total de la población para obtener una representación adecuada.

**Tabla 3**

*Cantidad de Probetas Cilíndricas*

Indicador	Resistencia	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial
Concreto convencional	Compresión	0%	3	3	3	9
Concreto con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce	Compresión con CCA	4%	3	3	3	9
		8%	3	3	3	9
	Compresión con Microsílíce	4%	3	3	3	9
		8%	3	3	3	9
<b>TOTAL</b>						<b>45</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3. Muestreo

Para este proyecto, se optará por un muestreo no probabilístico intencional. En este tipo de muestreo, el investigador selecciona las muestras según su criterio personal, sin seguir reglas estadísticas o matemáticas específicas. Según (Carrasco Díaz, 2008), el investigador se esforzará por que la muestra sea lo más representativa posible, lo cual requiere tener un conocimiento detallado de las características de la población en estudio.

## 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.6.1. Técnicas de recolección de datos

En este estudio, se utilizó la observación como método para recolectar datos, con el propósito de registrar las características físicas de las muestras

prismáticas y cilíndricas en diferentes momentos de curado, tal como fueron evaluadas en los experimentos llevados a cabo. La recolección de datos involucra el uso de diversas tecnologías y herramientas que los investigadores de este estudio pueden emplear para desarrollar sistemas de información. Esto incluye registros de observaciones, hojas de ensayo, diagramas de flujo y otros recursos destinados a recopilar información pertinente para el trabajo de investigación.

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Se emplearon hojas de observación como herramientas para registrar los fenómenos observados durante el desarrollo de la investigación. Además, se utilizaron hojas de cálculo en Excel para realizar evaluaciones y análisis adicionales. Estos instrumentos facilitaron la documentación de las observaciones realizadas durante la inspección del proyecto. Los instrumentos de recolección de datos para la tesis "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023" podrían incluir:

- **Pruebas de laboratorio:** Se pueden llevar a cabo pruebas de compresión en muestras de concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce para medir su resistencia a la compresión. Estas pruebas se realizan utilizando una máquina de ensayo de compresión y siguiendo estándares establecidos.
- **Observación directa:** Los investigadores pueden observar directamente las muestras de concreto durante el proceso de curado y en diferentes etapas del

experimento para registrar sus características físicas y cualquier cambio que ocurra.

- **Registros documentales:** Se pueden utilizar registros documentales, como hojas de cálculo, formularios de recolección de datos y diarios de laboratorio, para registrar información relevante sobre las muestras, como la proporción de materiales utilizados, condiciones ambientales y resultados de pruebas.

### **3.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos**

Para el procesamiento de datos, la recolección de información se lleva a cabo de manera directa. En primer lugar, se recopilan los agregados finos y gruesos, los cuales son luego transportados a un laboratorio especializado para llevar a cabo su caracterización y diseñar los agregados. Con base en este diseño se fabricaron muestras cuadradas y cilíndricas de concreto armado y concreto regular para evaluar y analizar las propiedades de compresión, tracción indirecta, flexión y módulo de elasticidad. Todos los datos se registran en un formato que cumple con los procedimientos técnicos y reglamentarios establecidos para el trabajo, así como con las fechas de extracción y pruebas asociadas a las pruebas realizadas. Las variables de respuesta en este estudio se evaluaron estadísticamente mediante análisis de normales y varianza (ANOVA) para probar la homogeneidad de muestras de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero y superplastificantes.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

El análisis estadístico se llevará a cabo utilizando programas apropiados para ingresar y monitorear datos. En este caso, se empleará Excel para registrar datos estadísticos de los ensayos y el procedimiento del método ACI 211.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La redacción de este trabajo de investigación se realizó siguiendo las pautas de la norma APA, incluyendo la debida cita y referencia. Se buscó orientación específica sobre el tema del concreto y se consultaron libros y manuales relevantes para obtener una comprensión clara y completa de los conceptos relacionados.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Descripción del Proyecto

Este proyecto llamado **“Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023”** se centra en comparar la resistencia a la compresión del concreto reforzado con dos aditivos diferentes: cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y microsílíce. Ambas adiciones buscan mejorar las propiedades mecánicas del concreto y ofrecer soluciones más sostenibles y económicas para la construcción en la región de Pasco. Por tal motivo en este capítulo muestro los resultados de cada ensayo realizado a los agregados (grueso y fino), el ensayo de la densidad real del CCA, y por ultimo los resultados para las propiedades físicas y mecánicas del concreto fresco y endurecido. Por último, se realiza la discusión de los resultados, una parte esencial de cualquier proyecto.

Esta sección me permite interpretar y analizar los datos recopilados a lo largo del estudio. Es en este punto donde se examinan las implicaciones de los hallazgos, se comparan con investigaciones anteriores y se sugieren posibles explicaciones.

#### **4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.**

##### **4.1.2.1. Antecedentes del Proyecto**

La industria de la construcción es uno de los sectores más dinámicos y de mayor impacto económico y ambiental en todo el mundo. En la búsqueda de materiales que mejoren las propiedades del concreto y, al mismo tiempo, sean sostenibles, se ha investigado ampliamente el uso de diversos aditivos y subproductos industriales. Entre estos, la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y la microsílíce se destacan por sus propiedades únicas y su disponibilidad. Estudios anteriores han demostrado que tanto la CCA como la microsílíce pueden incrementar la resistencia a la compresión del concreto. Por ejemplo, investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo han encontrado que la sustitución parcial del cemento por CCA en proporciones adecuadas puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto. De manera similar, la microsílíce ha sido ampliamente adoptada en la industria debido a sus beneficios bien documentados en la mejora de la resistencia y durabilidad del concreto.

Para este proyecto llamado **“Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilíce en la región Pasco 2023”**, el objetivo se basa en comparar de manera sistemática la efectividad de la CCA y la microsílíce

en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto por tal motivo se hicieron los ensayos correspondientes en el laboratorio de concreto, pavimento y suelos de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, la cual se planeó lograr un diseño de mezcla de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Los materiales utilizados para este proyecto son de accesos comercial en Pasco, incluyendo el cemento tipo I, agregados (fino y grueso) provenientes de la cantera Cochamarca, la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) hecha en Pasco y la microsílíce transportada desde la ciudad capital Lima; y por último el agua potable que fue proporcionada por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

#### **4.1.2.2. Contenido del Proyecto**

El proyecto tiene una metodología para realizar los pasos de los ensayos realizados correspondientes en el laboratorio, a continuación, se da la sucesión constructiva del concreto convencional y el concreto añadiendo CCA y microsílíce:

- Para lograr una dosificación adecuada y alcanzar la resistencia necesaria para el proyecto, es fundamental realizar los siguientes ensayos en los agregados, el cemento, la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y la microsílíce.
  - Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
  - Contenido de humedad del agregado fino y grueso.
  - Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso.
  - Peso específico y absorción del agregado fino y grueso.

- Densidad real y capacidad de absorción de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA).
- Dosificación del concreto.
- Tras la realización de los ensayos y la determinación de la dosificación, se calculan los siguientes puntos para avanzar con el proyecto experimental. Luego, se hormigonará la cantidad establecida de cilindros para verificar su resistencia y confirmar la hipótesis.
  - Cantidad de probetas cilíndricas a realizar.
  - Cálculo para la dosificación con 4% de sustitución del cemento.
  - Cálculo para la dosificación con 8% de sustitución del cemento.
  - Densidad media de los cilindros.
- Finalmente, se obtienen las diversas resistencias de cada probeta cilíndrica, cada uno con un diferente porcentaje de ceniza y microsílíce sustituyendo parcialmente el cemento y a las edades establecidas.
  - Resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días (NTP 339.034, 2015).

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Propiedades físicas de los agregados**

Las propiedades físicas de los agregados son determinantes en el comportamiento y la calidad del concreto. Un conocimiento detallado de estas propiedades permite diseñar mezclas de concreto más eficientes y duraderas, adecuadas para las necesidades específicas de cada proyecto. Los agregados, tanto finos como gruesos, son componentes fundamentales del concreto y sus

propiedades físicas influyen significativamente en la calidad y comportamiento del material. A continuación, se describen los principales ensayos a realizar:

- Análisis granulométrico.
- Peso unitario suelto y compactado.
- Peso específico y absorción.
- Densidad real.

#### **4.2.1.1. Análisis Granulométrico de los Agregados**

##### **Análisis Granulométrico del agregado fino**

El análisis granulométrico del agregado fino es una prueba esencial para determinar la distribución de tamaños de las partículas dentro de una muestra de arena u otro material fino. Este análisis permite evaluar la gradación del agregado, lo que es crucial para la calidad y el comportamiento del concreto. El análisis granulométrico debe realizarse siguiendo normativas y estándares específicos, como la norma (NTP 400.012, 2001) o las normativas locales aplicables. A continuación, se observa los resultados del ensayo del análisis granulométrico del agregado fino y la curva granulométrica que nos indica la gradación del agregado fino.

**Tabla 4**

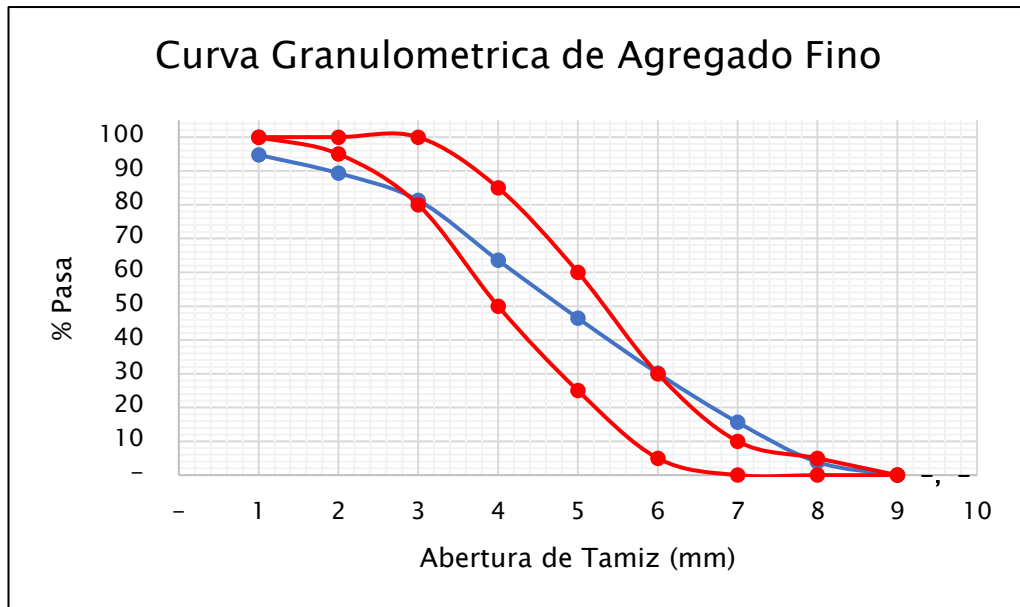
*Análisis Granulométricos del Agregado fino*

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9.500	26.20	5.25	5.25	94.75
N° 4	4.750	27.10	5.43	10.67	89.33
N° 8	2.360	40.10	8.03	18.71	81.29
N° 16	1.180	88.50	17.72	36.43	63.57
N° 30	0.600	85.60	17.14	53.58	46.42
N° 50	0.300	81.30	16.28	69.86	30.14
N° 100	0.150	72.40	14.50	84.36	15.64
N° 200	0.075	58.70	11.76	96.11	3.89
FONDO	-	19.40	3.89	100.00	---
		<b>499.30</b>	<b>100.00</b>	---	---
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>					3/8"
<b>Módulo de Finura</b>					2.79

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 5.**

*Curva de la distribución granulométrica del agregado fino*



Fuente: Elaboración Propia.

Observamos que se obtuvo como resultado un módulo de fineza

**Mf = 2.79**, la cual cumplen con los parámetros establecidos en las norma

(NTP 400.012, 2001). Además, se ve que la curva es suavemente inclinada sin saltos abruptos, eso indica una buena distribución de tamaño de partículas, lo que generalmente es favorable para la mezcla de concreto.

### **Análisis Granulométrico del agregado grueso**

El análisis granulométrico del agregado grueso es un procedimiento fundamental para determinar la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de grava o piedra triturada. Este análisis es crucial para evaluar la gradación del agregado, lo que influye directamente en las propiedades mecánicas y la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 5**

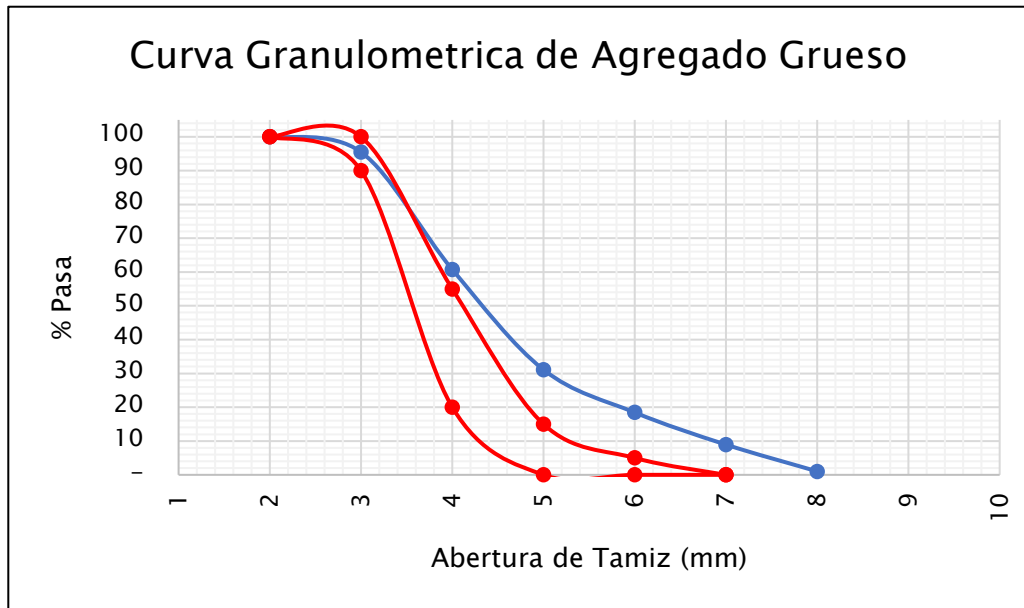
*Análisis Granulométricos del Agregado Grueso*

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
1 ½"	37.500	-	-	-	-
1"	25.000	-	-	-	100.00
¾"	19.000	45.23	4.50	4.50	95.50
½"	12.500	347.20	34.70	39.20	60.80
3/8"	9.500	296.50	29.70	68.90	31.10
N° 4	4.750	126.50	12.70	81.50	18.50
N° 8	2.360	95.10	9.50	91.10	8.90
N° 16	1.180	79.20	7.90	99.00	1.00
FONDO	-	10.20	1.00	100.00	-
		<b>999.93</b>	<b>100.00</b>		
		<b>Tamaño Máximo Nominal</b>			<b>1/2"</b>
		<b>Módulo de Finura</b>			<b>6.55</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Figura 6.

*Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso*



Fuente: Elaboración Propia.

Observamos que el módulo de finura del agregado grueso es mayor que del agregado fino donde se obtuvo un módulo de finura de  $M_f = 6.55$  la cual cumplen con los parámetros establecidos en las normas para este ensayo. Por otro lado, la figura nos muestra una curva suavemente inclinada con saltos abruptos por ende indica una buena distribución de tamaños de partículas, lo que generalmente favorece la compacidad y la trabajabilidad del concreto.

#### 4.2.1.2. Contenido de Humedad de Agregados

##### Contenido de Humedad del Agregado Fino

De acuerdo con la norma (NTP 339.185, 2002), el contenido de humedad en el agregado fino es un parámetro crítico en la preparación de mezclas de concreto, ya que afecta la cantidad de agua disponible en la



mezcla y, por lo tanto, la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto..

**Tabla 6**

*Contenido de humedad del agregado fino.*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	216.47
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	1706.13
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1620.93
Peso muestra humeda	gr	1489.67
Peso muestra seca	gr	1404.47
Peso de agua	gr	85.20
Contenido de humedad	%	<b>6.07</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

El contenido de humedad obtenido fue de **6.07%**, siendo mayor que el del agregado grueso. Esto se debe a que el agregado fino retiene más agua debido a la cohesión de sus partículas finas y a que posee menos vacíos. Además, es un factor crucial en la preparación de mezclas de concreto. Ya que al medir y ajustar adecuadamente el contenido de humedad garantiza la calidad y consistencia del concreto ya que el exceso de humedad puede reducir la resistencia del concreto y si mientras que la falta de agua puede dificultar la trabajabilidad y el fraguado.

#### **Contenido de Humedad del Agregado Grueso**

El contenido de humedad en el agregado grueso es una medida importante que afecta la cantidad de agua libre disponible en una mezcla de concreto, influyendo en su trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Además, nos permitió ajustar las proporciones de los materiales en la

mezcla de concreto, asegurando que se logren las propiedades mecánicas y de durabilidad especificadas.

**Tabla 7**

*Contenido de humedad del agregado grueso.*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	326.40
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	2325.07
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2264.17
Peso muestra húmeda	gr	1998.67
Peso muestra seca	gr	1937.77
Peso de agua	gr	60.90
Contenido de humedad	%	3.14

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se obtuvo como contenido de humedad promedio **3.14%**, esto indica que el agregado estaba parcialmente húmedo durante su transporte. Además, este resultado nos ayuda a garantizar la calidad y consistencia del concreto, resultando en estructuras más duraderas y resistentes.

#### 4.2.1.3. Cálculo del P.U.S. y P.U.C. de los Agregados

##### Cálculo del Peso Unitario del Agregado Fino

El peso unitario del agregado fino, también conocido como densidad aparente o peso volumétrico, es una medida de la masa del agregado contenida en un volumen unitario. Este valor es esencial para el diseño de mezclas de concreto, ya que afecta las proporciones de los materiales. Estos resultados obtenidos deben cumplir con la norma (NTP

400.017, 2021). Y se concluye que P.U.C. es mayor que P.U.S., esto se debe a la compactación de más material dentro de un volumen dado.

**Tabla 8**

*Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	19.173
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.357
Peso del recipiente	kg	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.045
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.229
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.009
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	<b>1449.00</b>
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	<b>1581.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

El cálculo del peso unitario del agregado fino es un paso crucial en la preparación y el diseño de mezclas de concreto. Este valor afecta directamente las proporciones de los materiales y, por lo tanto, la calidad y el desempeño del concreto. Realizar este procedimiento siguiendo las normativas y estándares garantiza resultados precisos y confiables. El peso unitario suelto fue de **1449.00 kg/m<sup>3</sup>** y el peso unitario compactado fue de **1581.00 kg/m<sup>3</sup>**. De estos podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Además, observamos que cumplen mínimamente con los rangos descritos en la norma NTP 400.017.

#### **Cálculo del Peso Unitario del Agregado Grueso**

El peso unitario del agregado grueso, también conocido como densidad aparente o peso volumétrico, es una medida de la masa del agregado contenida en un volumen unitario. Este valor es fundamental

para el diseño de mezclas de concreto, ya que influye en las proporciones de los materiales y en la trabajabilidad de la mezcla. La tabla muestra los resultados obtenidos de las pruebas de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso, la cual deben cumplir con la norma (NTP 400.017, 2021).

**Tabla 9**

*Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	29.940
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	30.947
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	8.355
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.355
Peso de muestra en estado suelto	kg	21.585
Peso de muestra en estado compactado	kg	22.592
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.014
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1542.00</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1614.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

El cálculo del peso unitario del agregado grueso es un paso crucial en la preparación y el diseño de mezclas de concreto. Este valor afecta directamente las proporciones de los materiales y, por lo tanto, la calidad y el desempeño del concreto. Realizar este procedimiento siguiendo las normativas y estándares garantiza resultados precisos y confiables. El valor obtenido para el peso unitario suelto fue de **1542.00 kg/m<sup>3</sup>** y el peso unitario compactado fue de **1614 kg/m<sup>3</sup>**. De esto podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Además, se observa que los dos resultados

cumplen con los rangos establecidos en la norma ya descrita anteriormente.

#### 4.2.1.4. Cálculo del Peso Específico y Absorción de los Agregados

##### Cálculo del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

El peso específico y la absorción del agregado fino son parámetros cruciales en el diseño de mezclas de concreto. Estos valores influyen en las propiedades del concreto fresco y endurecido, incluyendo su trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se muestran en la tabla siguiente, los cuales deben cumplir con la norma (NTP 400.022, 2013).

**Tabla 10**

*Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	488.07
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	694.10
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	996.63
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00
Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.47
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm <sup>3</sup>	2.47
Peso específico masa seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.63
Absorción	%	2.45

**Fuente:** Elaboración Propia.

El cálculo del peso específico y la absorción del agregado fino es esencial para el diseño y la calidad del concreto. Estos parámetros aseguran que las mezclas de concreto sean adecuadamente proporcionadas y cumplan con las especificaciones de resistencia y

durabilidad. El peso específico hallado fue **2.63 gr/cm<sup>3</sup>** y la absorción fue **2.45%**. Esto implica que el agregado fino conserva su densidad óptima, aunque muestra una leve capacidad de absorción de agua.

### **Cálculo del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso**

El peso específico y la absorción del agregado grueso son parámetros cruciales en el diseño de mezclas de concreto. Estos valores influyen en las propiedades del concreto fresco y endurecido, incluyendo su trabajabilidad, resistencia y durabilidad. El peso específico y absorción del agregado grueso se muestran en la tabla siguiente, los cuales cumplen las norma (NTP 400.022, 2013).

**Tabla 11**

*Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	1682.053
Peso de la muestra SSS	gr	1693.633
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1058.067
Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.65
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm <sup>3</sup>	2.66
Peso específico masa seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.70
Absorción	%	0.69

**Fuente:** Elaboración Propia.

El peso específico hallado fue de **2.70 gr/cm<sup>3</sup>** y absorción hallada fue **0.69 %**. Esto indica que el agregado presenta una alta densidad y una menor capacidad de absorción de agua en comparación con el agregado fino. El cálculo del peso específico y la absorción del agregado grueso es esencial para el diseño y la calidad del concreto. Estos parámetros

aseguran que las mezclas de concreto sean adecuadamente proporcionadas y cumplan con las especificaciones de resistencia y durabilidad.

#### 4.2.1.5. Densidad Real

##### Densidad Real del CCA

La densidad real de la ceniza de cascarilla de arroz puede variar dependiendo de varios factores, como la finura de la ceniza, su composición química y su grado de compactación. Sin embargo, en general, la densidad real de la ceniza de cascarilla de arroz suele estar en el rango de 1.8 a 2.2 gramos por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ) o 1800 a 2200 kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). La densidad real del CCA se muestra en la tabla siguiente, los cuales cumplen las norma (NTP. 334.005, 2011).

**Tabla 12**

*Densidad Real del CCA*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa del picnómetro	gr	170.5
Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	270.7
Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	702.9
Masa agua añadida	gr	432.2
Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	668.1
Masa de 500cc de agua	gr	497.6
Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	0.995
Masa del agua desalojada por la muestra	gr	65.4
Masa del agregado	gr	100.2
Volumen del agua desalojada	cm <sup>3</sup>	65.72
Densidad real	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.52</b>
Capacidad de absorción	%	<b>67</b>

Fuente: Elaboración Propia.

De conocimiento sabemos que la densidad del cemento es de 3.15 gr/cm<sup>3</sup> y que de la microsíllice la densidad es de 2.3 gr/cm<sup>3</sup>

#### 4.2.2. Diseño de Mezcla

El objetivo principal del diseño de mezcla es obtener un concreto que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otras propiedades especificadas para una aplicación particular. Para esta investigación el concreto se realizó utilizando datos obtenidos de las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos. Este diseño fue realizado por el método ACI 211 (Tablas ACI 211, 2020).

**Tabla 13**

*Resultados del Diseño de Mezcla por Método ACI 211*

Materiales	Diseño para 1 m <sup>3</sup> de concreto	Diseño para 0.02 m <sup>3</sup> de concreto
Cemento	366.102	7.32
A. Fino	962.426	19.25
A. Grueso	898.927	17.98
Agua (L/m <sup>3</sup> )	161.801	3.24
Aire	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 14**

*Proporciones de la combinación de CCA y Microsíllice*

ADITIVO	UND	( - )	( + )
CCA	%	4%	8%
Microsíllice	%	4%	8%

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 15***Reemplazo del 4% y 8% de CCA para 0.02 m<sup>3</sup> de concreto*

PATRONES	ADITIVOS	UND	CANTIDAD
<b>PATRON GENERAL</b>	CEMENTO	kg	<b>7.32</b>
	A. FINO	kg	19.25
	A. GRUESO	kg	17.98
	AGUA	kg	<b>3.24</b>
<b>PATRON (4%)</b>	CEMENTO	kg	<b>7.03</b>
	A. FINO	kg	19.25
	A. GRUESO	kg	17.98
	AGUA	kg	<b>3.35</b>
	CCA	kg	<b>0.293</b>
<b>PATRON (8%)</b>	CEMENTO	kg	<b>6.74</b>
	A. FINO	kg	19.25
	A. GRUESO	kg	17.98
	AGUA	kg	<b>3.48</b>
	CCA	kg	<b>3.48</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Podemos observar en la tabla la cantidad cemento a usar al reemplazarlo por CCA, además, al calcular la relación de agua y cemento (a/c) tenemos un valor de 0.44; como queremos mantener dicha relación la cantidad de agua varia y se halla con la siguiente formula:

$$M_{\text{agua}} = A/C * (M_{\text{cemento}} + M_{\text{cemento}} * P_{\text{reemplazo}})$$

Donde:

M agua = masa de agua

M cemento = masa del cemento

P reemplazo = porcentaje de reemplazo por CCA

**Tabla 16***Reemplazo del 4% y 8% de Microsílice para 0.02 m3 de concreto*

PATRONES	ADITIVOS	UND	CANTIDAD
<b>PATRON GENERAL</b>	CEMENTO	kg	<b>7.32</b>
	A. FINO	kg	19.25
	A. GRUESO	kg	17.98
	AGUA	kg	<b>3.24</b>
<b>PATRON (4%)</b>	CEMENTO	kg	<b>7.03</b>
	A. FINO	kg	19.25
	A. GRUESO	kg	17.98
	AGUA	kg	<b>3.35</b>
	MICROSÍLICE	kg	<b>0.293</b>
<b>PATRON (8%)</b>	CEMENTO	kg	<b>6.74</b>
	A. FINO	kg	19.25
	A. GRUESO	kg	17.98
	AGUA	kg	<b>3.48</b>
	MICROSÍLICE	kg	<b>0.586</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla se puede apreciar la cantidad de cemento que se debe utilizar al sustituirlo por Microsílice. Al determinar la relación agua/cemento (a/c), obtenemos un valor de 0.44. Para mantener constante esta relación, es necesario ajustar la cantidad de agua, la cual se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$M_{\text{agua}} = A/C * (M_{\text{cemento}} + M_{\text{cemento}} * P_{\text{reemplazo}})$$

Donde:

M agua = masa de agua

M cemento = masa del cemento

P reemplazo = porcentaje de reemplazo por Microsílice

#### 4.2.3. Propiedades mecánicas del concreto fresco estándar y aumentando CR

##### 4.2.3.1. Temperatura del Concreto Fresco

La temperatura del concreto fresco es un factor crítico que afecta tanto sus propiedades inmediatas como su rendimiento a largo plazo. La norma ASTM C1064/C1064M establece los procedimientos para medir la temperatura del concreto fresco y proporciona directrices sobre los rangos de temperatura aceptables durante la colocación.

**Tabla 17**

*Temperatura de la Mezcla de Concreto*

Descripción	Lectura N° 01 (°C)	Lectura N° 02 (°C)	Lectura N° 03 (°C)	Promedio
Patrón General	15.40	15.00	15.10	15.17
Patrón (4%) – CCA	15.70	16.00	15.90	15.87
Patrón (8%) – CCA	16.90	16.50	16.10	16.50
Patrón (4%) – Mic.	16.30	16.60	16.10	16.33
Patrón (8%) – Mic.	16.70	16.80	17.00	16.83

**Fuente:** Elaboración Propia.

La temperatura promedio del concreto convencional fue de 15.17°C, y la mayor temperatura registrada entre las muestras fue de 16.83°C, correspondiente al patrón con 8% de microsílíce. Esto indica que todas las muestras analizadas estuvieron dentro de los límites máximos permitidos según lo establecido por el comité ACI basado en la norma ASTM C1064, la cual especifica que la temperatura máxima permitida para el concreto es de 35°C. Además, las altas temperaturas aceleran las reacciones de hidratación, lo que puede reducir el tiempo de trabajabilidad y aumentar el riesgo de fisuración térmica.

#### 4.2.3.2. Asentamiento del Concreto Fresco

El asentamiento del concreto fresco es una medida de su consistencia y trabajabilidad. Se determina mediante el ensayo de asentamiento (también conocido como ensayo de revenimiento). Esta prueba se realizó según la norma (NTP 339.035, 2009), utilizando el cono de abrams.

**Tabla 18**

*Medición de Asentamiento del Concreto*

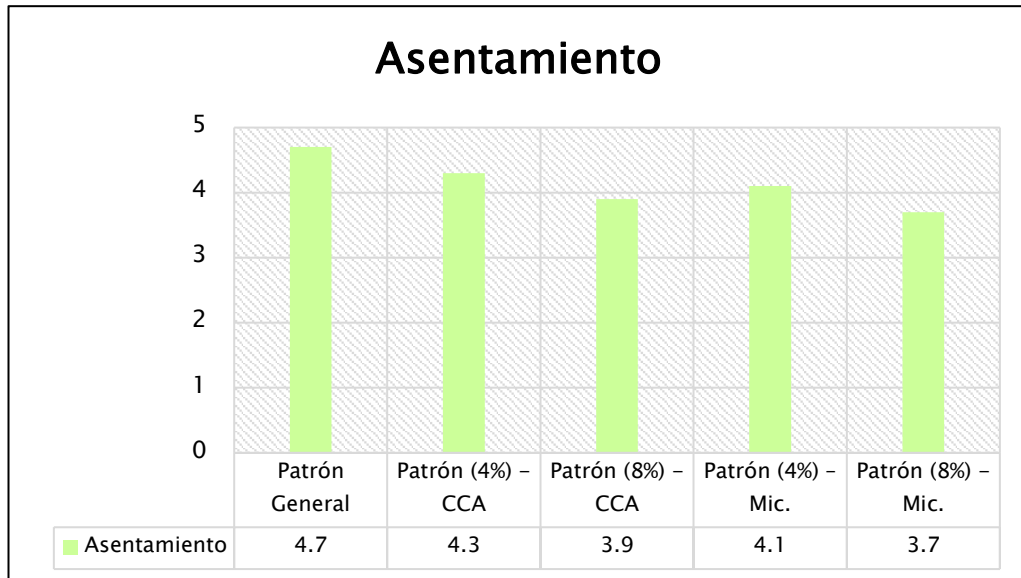
MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULG.		
Patrón General	11.938	4.70	13.20	74%
Patrón (4%) – CCA	10.922	4.30	12.90	74%
Patrón (8%) – CCA	9.906	3.90	13.50	74%
Patrón (4%) – Mic.	10.414	4.10	13.30	74%
Patrón (8%) – Mic.	9.398	3.70	13.60	74%

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se observa que los asentamientos están entre los rangos de medio asentamiento o concreto de trabajabilidad media (75 - 125 mm) o (3 a 5 pulgadas). Mantener los valores de asentamiento dentro de los rangos apropiados es esencial para garantizar que el concreto pueda ser colocado, compactado y terminado adecuadamente, contribuyendo así al desempeño y durabilidad de la estructura final.

**Figura 1**

*Asentamiento de Concreto*



**Fuente:** Elaboración Propia.

**4.2.4. Peso Unitario de Concreto**

El peso unitario del concreto endurecido, también conocido como densidad del concreto, es una medida de la masa por unidad de volumen del concreto una vez que ha fraguado y alcanzado su estado sólido. Esta propiedad es crucial para diversas aplicaciones estructurales, ya que afecta la capacidad de carga y el comportamiento general de la estructura. Según la norma (ASTM C642, s. f.), la densidad del concreto convencional varía entre 2200 y 2500 kg/m<sup>3</sup>, la gravedad específica entre los 2.2 y 2.4; este tipo de concreto es el más comúnmente utilizado en construcciones de edificios, puentes y otras estructuras.

**Tabla 19**

*Peso Unitario del Concreto Endurecido*

Descripción	Gravedad Específica promedio (g/cm <sup>3</sup> )	Peso (g)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
Patrón General	2.325	3617.90	2325.37

<b>Patrón (4%) – CCA</b>	2.324	3614.40	2324.31
<b>Patrón (8%) – CCA</b>	2.323	3613.17	2322.76
<b>Patrón (4%) – Mic.</b>	2.325	3615.53	2324.71
<b>Patrón (8%) – Mic.</b>	2.324	3614.20	2323.84

**Fuente:** Elaboración Propia.

El peso unitario del concreto endurecido es una propiedad esencial que afecta diversos aspectos del desempeño estructural. Observamos que el peso unitario del concreto con microsílíce es un poco menor al peso unitario del concreto convencional. Pero el peso unitario del concreto reemplazado con CCA tiende a bajar más por la baja densidad que tiene el CCA.

#### **4.2.5. Resistencia a la Compresión del Concreto**

Este ensayo se realiza para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión, lo cual es crucial para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras construidas con este material conforme a las normativas (ASTM C 39, s. f.)/(NTP 339.034, 2015). La resistencia a la compresión es la máxima resistencia que puede soportar una muestra de concreto antes de fallar bajo una carga de compresión. Esta propiedad es fundamental porque el concreto es generalmente utilizado en situaciones donde estará sujeto a fuerzas de compresión, como en columnas, vigas y cimientos. El concreto utilizado en este estudio tiene un diseño para una resistencia a la compresión  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. En las tablas que acompañan a este proyecto de investigación, se presenta una comparación de la resistencia a la compresión de diferentes patrones en varios períodos de curado.

## Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Convencional

Tabla 20

*Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Convencional*

Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (%)
BS-1	Patron General	7	12096.94	144.90	210	69%
BS-2	Patron General	7	11904.41	144.55	210	69%
BS-3	Patron General	7	12098.44	143.80	210	68%
BS-4	Patron General	14	16481.48	201.70	210	96%
BS-5	Patron General	14	16395.35	201.04	210	96%
BS-6	Patron General	14	16368.84	202.30	210	96%
BS-7	Patron General	28	17758.56	230.70	210	110%
BS-8	Patron General	28	17984.15	229.90	210	109%
BS-9	Patron General	28	17798.44	228.90	210	109%

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado hemos obtenido que, a los 28 días de curado, el concreto convencional alcanza una resistencia de 229.90 kg/cm<sup>2</sup> en la probeta BS - 8, la cual esta supera a la resistencia de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>. Podemos concluir que este resulta es producto del uso de los materiales, como son los agregados y el tipo de cemento usado ya que estos mejorar la resistencia medida que el concreto envejece y previene fisuras.

### 4.2.5.1. Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de

#### CCA

Tabla 21

*Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de CCA*

Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (%)
BS1-1	Patron (-) - CCA	7	11507.41	147.40	210	70%
BS1-2	Patron (-) - CCA	7	11299.10	145.90	210	69%

<b>BS1-3</b>	Patron (-) - CCA	7	11422.41	146.90	210	70%
<b>BS1-4</b>	Patron (-) - CCA	14	16056.69	206.50	210	98%
<b>BS1-5</b>	Patron (-) - CCA	14	16003.28	205.40	210	98%
<b>BS1-6</b>	Patron (-) - CCA	14	16061.39	204.50	210	97%
<b>BS1-7</b>	Patron (-) - CCA	28	18463.39	236.50	210	113%
<b>BS1-8</b>	Patron (-) - CCA	28	18158.84	235.90	210	112%
<b>BS1-9</b>	Patron (-) - CCA	28	18332.76	237.20	210	113%

**Fuente:** Elaboración Propia.

Como resultado, se ha determinado que, tras 28 días de curado, el concreto con 4% de CCA alcanza una resistencia de 237.20 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra BS1 - 9, superando así la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Podemos concluir que este resultado se debe al uso de materiales de calidad, como los agregados y el tipo de cemento empleado, ya que estos mejoran la resistencia a medida que el concreto envejece y previenen la aparición de fisuras. Además, el incremento de las cenizas de cascarilla de arroz hace que tenga más resistencia.

#### 4.2.5.2. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 20% de CR

**Tabla 22**

*Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 8% de CCA*

<b>Código</b>	<b>Patron</b>	<b>Edad</b>	<b>Carga Máxima (Kg)</b>	<b>Resistencia de Concreto (kg/cm2)</b>	<b>Resistencia de Diseño (kg/cm2)</b>	<b>Resistencia Obtenida (%)</b>
<b>BS2-1</b>	Patron (+) - CCA	7	12000.09	148.60	210	71%
<b>BS2-2</b>	Patron (+) - CCA	7	11718.14	149.20	210	71%
<b>BS2-3</b>	Patron (+) - CCA	7	11608.18	147.80	210	70%
<b>BS2-4</b>	Patron (+) - CCA	14	15951.59	199.10	210	95%
<b>BS2-5</b>	Patron (+) - CCA	14	15698.85	197.90	210	94%
<b>BS2-6</b>	Patron (+) - CCA	14	15958.52	198.40	210	94%



<b>BS2-7</b>	Patron (+) – CCA	28	17911.43	227.60	210	108%
<b>BS2-8</b>	Patron (+) – CCA	28	17761.91	225.70	210	107%
<b>BS2-9</b>	Patron (+) – CCA	28	17458.36	226.80	210	108%

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se da como resultado, que, tras 28 días de curado, el concreto con 8% de CCA alcanza una resistencia de 227.60 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra BS2 - 7, superando así la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Podemos concluir que al agregar una mayor cantidad de CCA en reemplazo del cemento la resistencia baja.

#### 4.2.5.3. Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de

##### Microsílice

**Tabla 23**

*Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 4% de Microsílice*

<b>Código</b>	<b>Patron</b>	<b>Edad</b>	<b>Carga Máxima (Kg)</b>	<b>Resistencia de Concreto (kg/cm2)</b>	<b>Resistencia de Diseño (kg/cm2)</b>	<b>Resistencia Obtenida (%)</b>
<b>BS3-1</b>	Patron (-) – Mic.	7	12493.89	152.90	210	73%
<b>BS3-2</b>	Patron (-) – Mic.	7	12290.81	152.20	210	72%
<b>BS3-3</b>	Patron (-) – Mic.	7	12493.78	153.50	210	73%
<b>BS3-4</b>	Patron (-) – Mic.	14	16935.23	209.30	210	100%
<b>BS3-5</b>	Patron (-) – Mic.	14	17258.85	210.80	210	100%
<b>BS3-6</b>	Patron (-) – Mic.	14	17088.97	211.20	210	101%
<b>BS3-7</b>	Patron (-) – Mic.	28	18620.71	241.90	210	115%
<b>BS3-8</b>	Patron (-) – Mic.	28	19061.61	242.70	210	116%
<b>BS3-9</b>	Patron (-) – Mic.	28	19096.96	243.20	210	116%

**Fuente:** Elaboración Propia.

Tenemos como resultado, que, después de 28 días de curado, el concreto con 4% de Microsílice alcanza una resistencia de 243.20 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra BS3 - 9, superando así la resistencia de diseño de 210

kg/cm<sup>2</sup>. Podemos concluir que al reemplazar el cemento por una menor cantidad de aditivo microsílíce la resistencia del concreto aumenta.

#### 4.2.5.4. Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 8% de Microsílíce

Tabla 24

*Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto con 8% de Microsílíce*

Código	Patron	Edad	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (%)
BS4-1	Patron (+) - Mic.	7	12877.94	157.60	210	75%
BS4-2	Patron (+) - Mic.	7	12694.58	157.20	210	75%
BS4-3	Patron (+) - Mic.	7	12860.05	158.00	210	75%
BS4-4	Patron (+) - Mic.	14	16741.04	206.90	210	99%
BS4-5	Patron (+) - Mic.	14	17013.24	207.80	210	99%
BS4-6	Patron (+) - Mic.	14	16838.14	208.10	210	99%
BS4-7	Patron (+) - Mic.	28	18312.80	237.90	210	113%
BS4-8	Patron (+) - Mic.	28	18747.45	238.70	210	114%
BS4-9	Patron (+) - Mic.	28	18782.80	239.20	210	114%

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos después de los 28 días de curado, el concreto con 8% de Microsílíce alcanza una resistencia de 239.20 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra BS4 - 9, superando así la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y al concreto convencional. Podemos concluir que al aumentar mayor cantidad del aditivo microsílíce la resistencia del concreto tiende a bajar.

A continuación, se muestra el cuadro comparativo de las resistencias de las probetas halladas en los 7, 14 y 28 días de curado.

**Tabla 25**

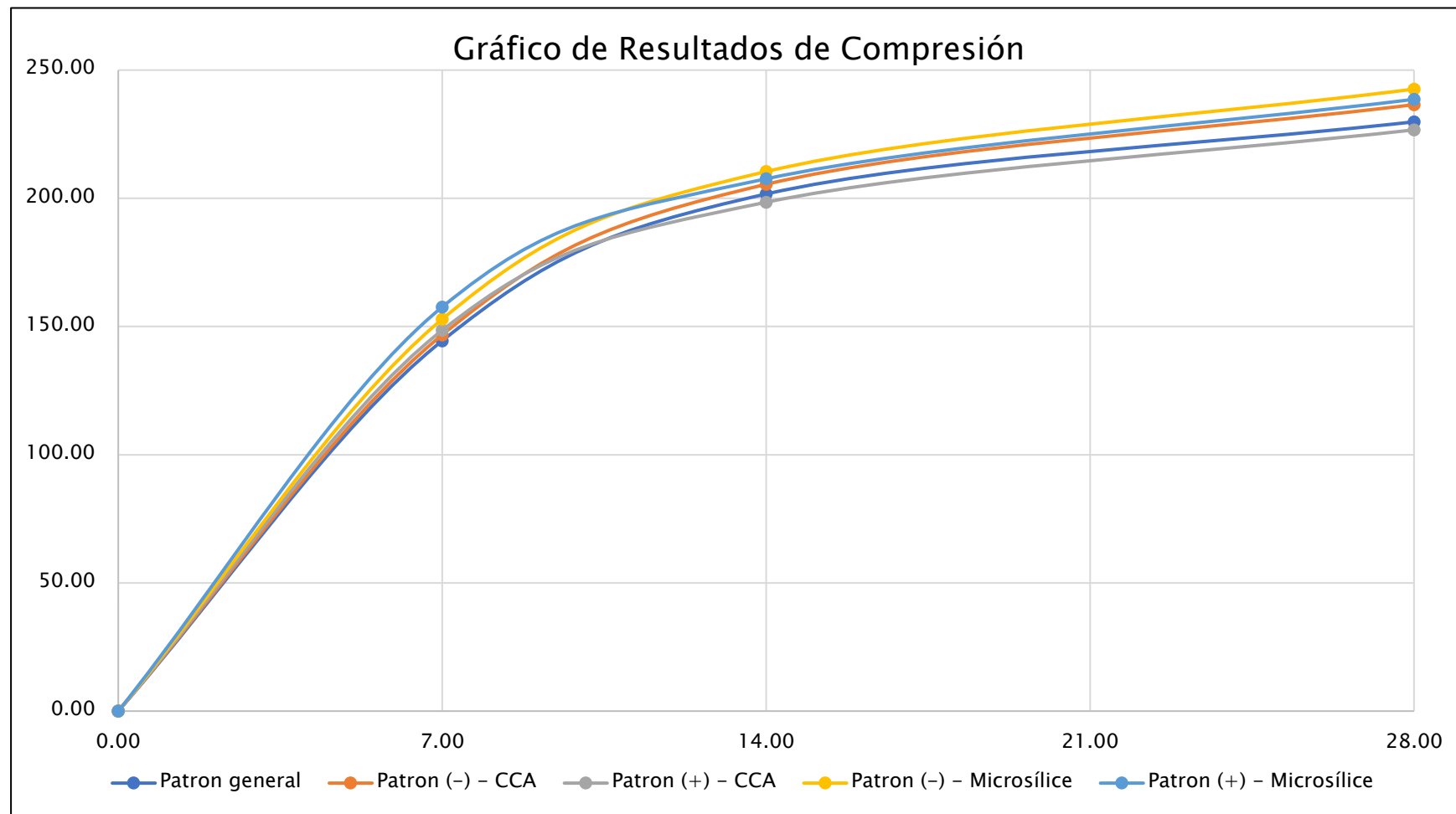
*Comparación de las resistencias de las probetas a diferentes edades*

Cantidad	Concreto Convencional			Concreto con CCA						Concreto con Microsílice					
	0% de Adición			4% de Adición			8% de Adición			4% de Adición			8% de Adición		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
1	<b>144.90</b>	201.70	230.70	147.40	206.50	236.50	148.60	199.10	227.60	152.90	209.30	241.90	157.60	206.90	237.90
2	<b>144.55</b>	201.04	229.90	145.90	205.40	235.90	149.20	197.90	225.70	152.20	210.80	242.70	157.20	207.80	238.70
3	<b>143.80</b>	202.30	228.90	146.90	204.50	237.20	147.80	198.40	226.80	153.50	211.20	243.20	158.00	208.10	239.20
<b>Promedio</b>	<b>144.42</b>	<b>201.68</b>	<b>229.83</b>	<b>146.73</b>	<b>205.47</b>	<b>236.53</b>	<b>148.53</b>	<b>198.47</b>	<b>226.70</b>	<b>152.87</b>	<b>210.43</b>	<b>242.60</b>	<b>157.60</b>	<b>207.60</b>	<b>238.60</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 2**

*Resistencias de las probetas a diferentes edades*



Fuente: Elaboración Propia.

Al observar la tabla y la figura de la comparación de las resistencias concluimos que, si hay aumento de resistencia al reemplazar el cemento por CCA y Microsílice, pero en cantidades menores, ya que al reemplazar por cantidades mayores la resistencia baja levemente, además, superan la resistencia de diseño que es de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente podemos decir que el concreto reemplazando con CCA y Microsílice tienen una alta capacidad para soportar cargas, lo que es crucial para su uso en estructuras sometidas a fuerzas de compresión, como columnas, muros de carga y cimientos. Los valores hallados nos sugieren que el concreto es de buena calidad.

#### 4.3. Prueba de hipótesis

##### 4.3.1. Aplicación de la Prueba de Normalidad

##### 4.3.1.1. Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión

Tabla 26

*Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión*

Prueba de Normalidad – Resistencia a la Compresión						
	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Patron General</b>	0.196	3	.	0.996	3	<b>0.878</b>
<b>Patron (-) – CCA</b>	0.187	3	.	0.998	3	<b>0.915</b>
<b>Patron (+) – CCA</b>	0.208	3	.	0.992	3	<b>0.826</b>
<b>Patron (-) – Microsílice</b>	0.227	3	.	0.983	3	<b>0.747</b>
<b>Patron (-) + Microsílice</b>	0.227	3	.	0.983	3	<b>0.747</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Dado que los p – valores sig de los valores estándares y experimentales son mayores que  $\geq 0.05$ , aceptamos la hipótesis nula. Esto

quiere decir que la variable a esta resistencia tiene un grupo de distribución normal.

#### 4.3.2. Prueba de ANOVA

Se realiza la comprobación con la prueba de Levene, y se realiza el criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas.

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

##### 4.3.2.1. Prueba de ANOVA para cada Resistencia

**Tabla 27**

*Prueba de ANOVA para cada Resistencia*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	505.644	4	126.411	210.218	< .001
	Dentro de grupos	6.013	10	0.601		
	Total	511.657	14			

**Fuente:** Elaboración Propia.

Dado que  $< 0.001$  es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador con un nivel de significación del 95%. Esto indica que al reemplazar el cemento por una proporción de CCA o Microsílice, la resistencia de compresión del concreto aumenta significativamente la resistencia a la compresión con respecto al concreto convencional.

**Tabla 28**

*Prueba Post Hoc – Comparación múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Compresión						
HSD Tukey						
(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patron General	Patron (-) - CCA	-6,70000*	,63316	<.001	-8,7838	-4,6162
	Patron (+) - CCA	3,13333*	,63316	,004	1,0496	5,2171
	Patron (-) - Microsílice	-12,76667*	,63316	<.001	-14,8504	-10,6829
	Patron (+) - Microsílice	-8,76667*	,63316	<.001	-10,8504	-6,6829
Patron (-) - CCA	Patron General	6,70000*	,63316	<.001	4,6162	8,7838
	Patron (+) - CCA	9,83333*	,63316	<.001	7,7496	11,9171
	Patron (-) - Microsílice	-6,06667*	,63316	<.001	-8,1504	-3,9829
	Patron (+) - Microsílice	-2,06667	,63316	,052	-4,1504	,0171
Patron (+) - CCA	Patron General	-3,13333*	,63316	,004	-5,2171	-1,0496
	Patron (-) - CCA	-9,83333*	,63316	<.001	-11,9171	-7,7496
	Patron (-) - Microsílice	-15,90000*	,63316	<.001	-17,9838	-13,8162
	Patron (+) - Microsílice	-11,90000*	,63316	<.001	-13,9838	-9,8162
Patron (-) - Microsílice	Patron General	12,76667*	,63316	<.001	10,6829	14,8504
	Patron (-) - CCA	6,06667*	,63316	<.001	3,9829	8,1504
	Patron (+) - CCA	15,90000*	,63316	<.001	13,8162	17,9838
	Patron (+) - Microsílice	4,00000*	,63316	<.001	1,9162	6,0838
Patron (+) - Microsílice	Patron General	8,76667*	,63316	<.001	6,6829	10,8504
	Patron (-) - CCA	2,06667	,63316	,052	-,0171	4,1504
	Patron (+) - CCA	11,90000*	,63316	<.001	9,8162	13,9838
	Patron (-) - Microsílice	-4,00000*	,63316	<.001	-6,0838	-1,9162

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración Propia.

**4.4. Discusión de resultados**

- A comparación de los investigadores (Aliaga Mendoza & Badajos Quispe, 2018) en su tesis **“Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto f’c 210kg/cm2, Atalaya, Ucayali – 2018”**, que concluyeron que la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en la producción de concreto con una resistencia de 210 kg/cm2, en Atalaya – Ucayali, 2018, tiene un impacto positivo ya que los resultados obtenidos, se puede reducir el uso de cemento en un 10% a 15%. Sin embargo, al añadir un 20% de ceniza de cascarilla de arroz, el concreto no alcanza la resistencia esperada; en mi

investigación el porcentaje optimo fue la del 4% ya que alcanzó una resistencia máxima promedio de 236.53 kg/cm<sup>2</sup>, pero al adicionar 8% de CCA la resistencia baja levemente; podemos decir que a mayor cantidad de CCA la resistencia del concreto baja, también podemos decir que los materiales usar como los agregados y el cemento influyen en la resistencia.

- A comparación de la tesis **“Adición de las cenizas de la cascarilla de arroz para incrementar la resistencia a la compresión concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Moyobamba 2023** descrita por los tesisistas (Hernandez Huaripata & Quinde Chunga, 2023), que dio como resultados a la resistencia a la compresión  $f'c = (234.40, 248.90, 236.40, 223.40)$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando CCA en porcentajes de 0%, 4%, 6%, 11% respectivamente, y que la cual se observa que al incrementar 4% de CCA la resistencia es mayor que las demás; para mi investigación al aumenta el 4% de CCA también alcanza una mayor resistencia promedio ( $f'c = 236.53$  kg/cm<sup>2</sup>) con respecto al concreto convencional y que a mayor porcentaje de CCA la resistencia baja. Esto indica un desarrollo positivo y constante de la resistencia a lo largo del tiempo.
- Comparado con la conclusión de los tesisistas (Cajavilca Choquemamani & Calderon Mamani, 2022) en su tesis **“Influencia de la adición de microsílíce en las propiedades físicas y mecánicas para mejorar el concreto, Juliaca – Puno”**, que indica que al aumentar un 6% de microsílíce la resistencia a compresión del concreto alcanza 228.49 kg/cm<sup>2</sup>; mi investigación logra su mayor resistencia promedio a los 28 días de curado con 242.60 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar el 4% del cemento por microsílíce. Esto se debe a que la relación



agua/cemento es de 0.44, mientras que en la tesis de los mencionados tesisistas la relación agua/cemento fue de 0.54, lo que sugiere que añadir más agua a la mezcla de concreto produce varios efectos negativos que pueden afectar la resistencia del concreto.

- Comparando con la tesis **“Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo microsílíce. Universidad Nacional de Cajamarca”**, de (Huatay Aliaga, 2014) La investigación concluye que la máxima resistencia a la compresión se alcanzó con un 5% de microsílíce, registrando 309 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, lo que representa un incremento del 46% en comparación con el concreto convencional. En mi estudio, al reemplazar el 4% de microsílíce en el concreto, se obtuvo una resistencia de 242.60 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un aumento del 5.55% respecto al concreto convencional. Además, el tesisista indica que los incrementos de resistencia al añadir 8% y 10% de microsílíce fueron del 33.19% y 31.76% respectivamente. En mi investigación, al añadir 8%, la resistencia promedio alcanzó 238.60 kg/cm<sup>2</sup>, lo que supone un aumento del 3.81% en comparación con la resistencia del concreto convencional. Finalmente, se observa que las resistencias obtenidas por los tesisistas son mayores que las de mi investigación, lo cual se debe a los diferentes materiales utilizados en cada estudio.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que las adiciones de cenizas de la cascarilla de arroz y la microsílíce mejoran el rendimiento del concreto en comparación con el concreto convencional al mismo tiempo de curado. Se obtuvo un porcentaje óptimo de sustitución de ceniza y microsílíce.
- Se determinó que el porcentaje óptimo de sustitución de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce es del 4%, logrando una resistencia superior a los 210 kg/cm<sup>2</sup> establecidos.
- Se observó que, a medida que aumenta la cantidad de porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz y microsílíce en el concreto, la resistencia a compresión tiende a disminuir.
- Se estableció que la resistencia máxima a compresión con la sustitución del 4% de cenizas de cascarilla de arroz (CCA) a los 14 días es de 205.47 kg/cm<sup>2</sup> en promedio. Asimismo, se determinó que la resistencia máxima a compresión con la sustitución del 4% de microsílíce a los 14 días de curado es de 210.43 kg/cm<sup>3</sup> en promedio.
- Se estableció que la resistencia máxima a compresión con la sustitución del 15% de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) a los 28 días es de 236.53 kg/cm<sup>2</sup> en promedio. Asimismo, se determinó que la resistencia máxima a compresión con la sustitución del 5% de microsílíce a los 28 días es de 242.60 kg/cm<sup>2</sup> en promedio.
- En última instancia, se determina que el aditivo microsílíce es más propicio para mejorar la resistencia a la compresión del concreto en comparación con la ceniza de cascarilla de arroz. Sin embargo, se reconoce que la ceniza de cascarilla de arroz

puede contribuir a mejorar la resistencia, durabilidad y sostenibilidad del concreto, al tiempo que proporciona beneficios económicos y ambientales significativos.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar materiales provenientes de una cantera que satisfagan los estándares necesarios para la producción de un concreto de calidad, asegurando así que se alcancen todas las propiedades físicas y mecánicas requeridas, incluyendo el tamaño, la finura y el tipo de agregado.
- Además, es crucial calcular con precisión el contenido de absorción de la ceniza y microsílíce, esto para evitar problemas en la dosificación de la mezcla al preparar los cilindros o probetas, y así evitar desperdiciar en el concreto, lo que podría retrasar el progreso del proyecto.
- Se requiere triturar las cenizas recolectadas del interior del horno debido a la presencia de residuos y fragmentos no quemados del material original. Posteriormente, se debe tamizar a través del tamiz número 200 una vez que esté completamente molido y seco, ya que este tamiz representa la malla más fina disponible en el laboratorio. El material que pasa a través del tamiz #200 adquiere una textura similar al lodo del cemento.
- Preparar una mezcla individualmente con las proporciones requeridas de cemento ceniza y microsílíce para asegurar una adecuada adherencia, conforme a la dosificación, antes de proceder con la elaboración de los dos hormigones. Esto se debe a que el comportamiento y la manipulación de dichos materiales son similares.
- Durante el proceso de vertido del concreto en los moldes, es importante evitar el exceso de petróleo, ya que esto puede resultar en una superficie irregular en las probetas, lo que podría conducir a una disminución en la resistencia y una mayor propensión al fallo. Además, para asegurar una adecuada adherencia entre los

materiales del concreto, es fundamental compactar correctamente el molde utilizando una varilla de punta redondeada y aplicar los golpes necesarios con un martillo de goma.

- Es fundamental mantener un proceso de curado constante para permitir que el concreto desarrolle las resistencias deseadas. Además, al realizar los ensayos con las probetas, es necesario asegurarse de que estas estén completamente secas, ya que el concreto saturado no alcanzará la resistencia deseada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 360 en Concreto. (2021). *Diseño de mezclas de concreto: Conceptos básicos*,. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/disenodemezclasdeconcreto/>.
- Aliaga Mendoza, J. C., & Badajos Quispe, B. E. D. (2018). Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, Atalaya, Ucayali - 2018. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. *Lima - Perú*.
- Arévalo Villacorta, L. (2001). *Influencia de la microsilice en el concreto. Universidad Nacional de Ingeniería*. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/18346>
- ASTM C 39. (s. f.). Determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto. (Resumen ASTM C 39). *ACI*.
- ASTM C642. (s. f.). *ASTM C 642. Método de prueba estándar para Densidad, Absorción y Vacíos en endurecido Concrete 1*.
- Bellido Paz, C. A., & Luna Vera, C. A. (2018). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN CONCRETO PATRÓN  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y SAN SALVADOR. *Cusco - Perú*.
- Cajavilca Choquemamani, J. L., & Calderon Mamani, R. A. (2022). Influencia de la adición de microsilice en las propiedades físicas y mecánicas para mejorar el concreto, Juliaca - Puno. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. *Trujillo - Perú*.

Callupe Moreno, A. C., & Condezo Ramos, M. P. (2023). Ceniza de cascarilla de arroz y macrofibras sintéticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=270$  kg/cm<sup>2</sup>, Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Facultad de Ingeniería. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil. *Pasco – Perú*.

Carrasco Díaz, S. (2008). *Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación - Biblioteca*. <https://fcctp.usmp.edu.pe/biblioteca/2023/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-pautas-metodologicas-para-disenar-y-elaborar-el-proyecto-de-investigacion/>.

CEMEX. (2019). *Artículos de construcción*. <https://www.cemex.com.pe/-/-por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.

Construyendo Seguro. (s. f.). *Mezcla de concreto, Aceros Arequipa*. <https://www.construyendoseguro.com/mezcla-de-concreto-todo-lo-que-debes-saber/>

Coyasamin Maldonado, O. V. (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). *Ambato – Ecuador*.

De La Pared Condo, D. B. (2011). Diseño de mezclas de concreto con ceniza de cascarilla de arroz para emplearlo en proyectos de vivienda de bajo costo. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Civil. *Guayaquil – Ecuador*.

Diseños de Investigación. (s. f.). *¿Qué es un diseño de investigación? Definición, tipos, métodos y ejemplos.* <https://ideascale.com/es/blogs/que-es-el-diseno-de-la-investigacion/>.

El método científico. (s. f.). *El método científico | Argentina.gob.ar.* <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-metodo-cientifico>.

González Díaz, F., Cano Licona, J., & Rocha Chiu, L. A. (2004). Programa para Diseño de Mezclas de Concreto Normal DM 1.0. *México D. F.*

Hernandez Huaripata, J., & Quinde Chunga, E. R. (2023). Adición de las cenizas de la cascarilla de arroz para incrementar la resistencia a la compresión concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba 2023. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. *Moyobamba - Perú.*

Huatay Aliaga, E. Y. (2014). Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo microsílíce. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. *Cajamarca - Perú.*

ICG. (1994). *La Resistencia a la Tracción del Concreto.*

IMCYC. (2004). Propiedades del Concreto. *México D. F.*

Introducción a la Investigación. (s. f.). *Introducción a la Investigación: Guía interactiva.* <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>.

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto* (Boletín de Ingeniería EB201-EE.UU.).



Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). MANUAL DE CARRETERAS: Suelo geología, geotecnia y pavimentos. *Perú*.

Nota de prensa. (2022). Cuatro departamentos aportaron el 82,9% de la producción de arroz cáscara a nivel nacional durante Mayo de este año. *www.inei.gob.pe*.

NRMCA. (2017). *CIP 16—Resistencia a flexión del concreto*.

NTP. 334.005. (2011). Norma Técnica Peruana 334.005—2001, CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland. *Lima – Perú*.

NTP 339.034. (2015). NTP 339.034. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. *Lima – Perú*.

NTP 339.035. (2009). NTP 339.035. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. *Lima – Perú*.

NTP 339.185. (2002). NTP 339.185 AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. *Lima – Perú*.

NTP 400.012. (2001). NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *Lima – Perú*.

NTP 400.017. (2021). NTP 400.017. AGREGADOS. Métodos de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. *Lima – Perú*.

NTP 400.022. (2013). NTP. 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *Lima – Perú*.

Pérez Zumaeta, E. A., & Ochoa Ramírez, J. A. (2021). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA

DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD

$f'c=175$  KG/CM<sup>2</sup>. *Pucallpa – Perú.*

Procreto. (s. f.). *Propiedades del Concreto.*

[https://www.facebook.com/Procreto/photos/a.393604194085189/1804723226306605/?type=3.](https://www.facebook.com/Procreto/photos/a.393604194085189/1804723226306605/?type=3)

Putzmeister. (s. f.). *La relación agua-cemento: Un frágil equilibrio.*

<https://bestsupportunderground.com/relacion-agua-cemento/>

R. C. Hibbeler. (2012). *Análisis Estructural. México D. F.*

Sánchez Arévalo, N., Lermo Zúniga, C., & Ochoa Laguna, J. (2016). Importancia del método de coeficientes del ACI en el diseño de losas continuas de concreto armado. *Ingenium*, 01(01).

<http://journals.continental.edu.pe/index.php/ingenium/article/view/388>

SUPERIOR. (s. f.). *¿Qué es microsilica? – Humo de sílice para la venta, microsilice proveedor en China.* <https://es.silicafumesupplier.com/que-es-microsilica.html>

Tablas ACI 211. (2020). *Diseño de Mezcla—ACI 211.*

Tecnología del Concreto UAP-KELMER. (2019). *Introducción al curso de tecnología del concreto.* [https://tecnologiadelconcretouapkelmer.blogspot.com/p/semana-1\\_16.html](https://tecnologiadelconcretouapkelmer.blogspot.com/p/semana-1_16.html).

Vargas Villafuerte, J. C., & Salinas Vásquez, N. R. (2023). Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto usando ceniza de cascarilla de arroz (CCA). Universidad Señor de Sipán. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. *Pimentel – Perú.*

**ANEXOS**

## **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



### CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

#### 1.0 DE LOS MATERIALES

##### 1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

##### 1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

##### 1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

##### 1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

##### 1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

#### NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

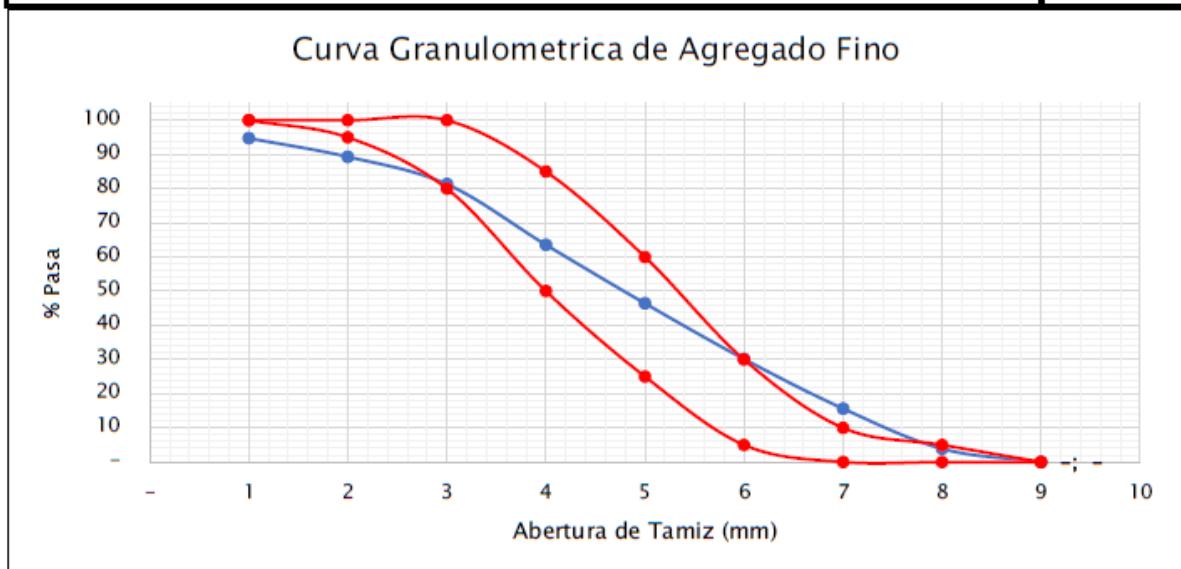


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTES : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	26.20	5.25	5.25	94.75	100.00	100.00	
N° 4	4.750	27.10	5.43	10.67	89.33	95.00	100.00	
N° 8	2.360	40.10	8.03	18.71	81.29	80.00	100.00	
N° 16	1.180	88.50	17.72	36.43	63.57	50.00	85.00	
N° 30	0.600	85.60	17.14	53.58	46.42	25.00	60.00	
N° 50	0.300	81.30	16.28	69.86	30.14	5.00	30.00	
N° 100	0.150	72.40	14.50	84.36	15.64	-	10.00	
N° 200	0.075	58.70	11.76	96.11	3.89	-	5.00	
FONDO	-	19.40	3.89	100.00	-	-	-	
		499.300	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							3/8"	
MÓDULO DE FINURA:							2.79	



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	232.10	210.10	207.20	216.47
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	1,723.10	1,700.10	1,695.20	1,706.13
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1,641.90	1,612.10	1,608.80	1,620.93
Peso muestra humeda	gr	1,491.00	1,490.00	1,488.00	1,489.67
Peso muestra seca	gr	1,409.80	1,402.00	1,401.60	1,404.47
Peso de agua	gr	81.20	88.00	86.40	85.20
Contenido de humedad	%	5.76%	6.28%	6.16%	6.07%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	19.050	19.180	19.290	19.173
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	19.770	21.050	20.250	20.357
Peso del recipiente	kg	6.128	6.128	6.128	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.922	13.052	13.162	13.045
Peso de muestra en estado compactado	kg	13.642	14.922	14.122	14.229
volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,436	1,450	1,462	1,449
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1,516	1,658	1,569	1,581

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	488.10	488.90	487.20	488.07
Peso del pignometro lleno de agua	gr	694.10	694.10	694.10	694.10
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	996.20	997.80	995.90	996.63
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.47	2.49	2.46	2.47
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm <sup>3</sup>	2.47	2.49	2.46	2.47
Peso especifico masa seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.62	2.64	2.63	2.63
Absorcion	%	2.44%	2.27%	2.63%	2.45%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



### CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

#### 1.0 DE LOS MATERIALES

##### 1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

##### 1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

##### 1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

##### 1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

##### 1.5 Agua:


Se utilizo agua potable de la red UNDAC.


#### NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

 (063) 422197

 rectorado@undac.edu.pe

 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



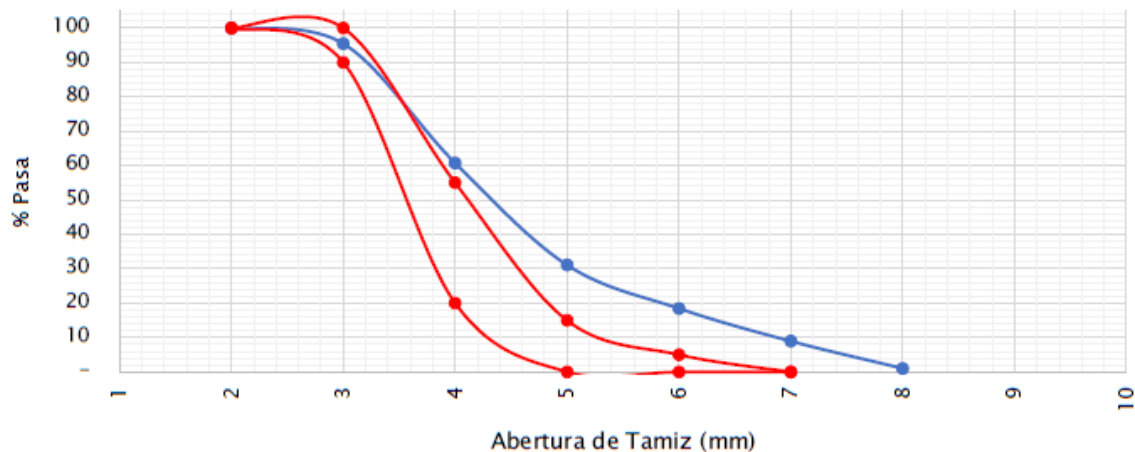
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
1 ½"	37.500							
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00	
¾"	19.000	45.23	4.5	4.5	95.5	90.00	100.00	
½"	12.500	347.2	34.7	39.2	60.8	20.00	55.00	
3/8"	9.500	296.5	29.7	68.9	31.1	-	15.00	
N° 4	4.750	126.5	12.7	81.5	18.5	-	5.00	
N° 8	2.360	95.1	9.5	91.1	8.9	-	-	
N° 16	1.180	79.2	7.9	99.0	1.0			
FONDO	-	10.2	1.0	100.0	-			
		999.930	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"	
MODULO DE FINURA:							6.55	

Curva Granulometrica de Agregado Grueso



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microfílice en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 2.10 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	332.10	323.20	323.90	326.40
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,331.10	2,323.20	2,320.90	2,325.07
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,270.50	2,260.90	2,261.10	2,264.17
Peso muestra humeda	gr	1,999.00	2,000.00	1,997.00	1,998.67
Peso muestra seca	gr	1,938.40	1,937.70	1,937.20	1,937.77
Peso de agua	gr	60.60	62.30	59.80	60.90
Contenido de humedad	%	3.13%	3.22%	3.09%	3.14%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	29.940	29.860	30.020	29.940
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	30.950	31.050	30.840	30.947
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso de muestra en estado suelto	kg	21.585	21.505	21.665	21.585
Peso de muestra en estado compactado	kg	22.595	22.695	22.485	22.592
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,542	1,536	1,548	1,542
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1,614	1,621	1,606	1,614

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	1,682.520	1,681.240	1,682.400	1,682.053
Peso de la muestra SSS	gr	1,695.700	1,693.900	1,691.300	1,693.633
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,060.700	1,057.800	1,055.700	1,058.067
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.65	2.64	2.65	2.65
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.67	2.66	2.66	2.66
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.71	2.70	2.68	2.70
Absorcion	%	0.78%	0.75%	0.53%	0.69%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



DENSIDAD REAL  
NORMA DE ENSAYO NTP 334.005

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Ceniza de Cascarrilla de Arroz  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/12/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DATOS	DESIGNACION	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	170.50	
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	270.70	
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	702.90	
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	432.20	
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	668.10	
M6 =M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	497.60	
DA=M6/500 CM3	Densidad del agua	gr/cm3	1.00	
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	65.40	
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	100.20	
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm3	65.72	
DR=Msss/Vsss	Densidad real	gr/cm3	1.52	

DATOS	DESIGNACION	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	23.00	24.70
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	52.40	54.10
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	29.40	29.40
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	40.10	42.80
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	17.10	18.10
CA=((M9-M11)/M11*100	Capacidad de absorción	%	0.72	0.62
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	0.67	

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 18/12/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1449 Kg/m <sup>3</sup>	1542 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1581 Kg/m <sup>3</sup>	1614 Kg/m <sup>3</sup>
P. Especifico Masa Seca	2.63 gr/cm <sup>3</sup>	2.7 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	6.07 %	3.14 %
% de Absorción	2.45 %	0.69 %
Modulo de Fineza	2.79	6.55
p	3/8 "	1/2 "

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

4.1. Contenido total de aire:

0 % (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:

216 L/m<sup>3</sup> (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)

4.3. Peso especifico del cemento:

3.15 gr/cm<sup>3</sup> (Propiedad fisica del cemento)

4.4.  $F'cr$ :

294 kg/cm<sup>2</sup> (Resistencia promedio requerida)

4.5. Relacion agua cemento:

0.59 (Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)

4.6. Factor cemento:

366.102 kg/m<sup>3</sup> = 8.61 bolsas/m<sup>3</sup>

4.7. Cantidad de agregado grueso:

0.54 m<sup>3</sup> (Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)

$F'cr = Resist. Prom.$	
$F'c$	$F'cr$
< 210	$F'c + 70$
210 a 350	$F'c + 84$
> 350	$F'c + 98$

5. RESULTADOS:

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m <sup>3</sup> )	P. SECOS AGREG. (kg/m <sup>3</sup> )	CORRECC. HUMEDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.116	366.102	366.102	1	8.614	1.00
A. FINO	0.345	907.35	962.426	2.629	22.111	2.57
A. GRUESO	0.323	871.56	898.927	2.455	19.958	2.32
AGUA (L/m <sup>3</sup> )	0.216	216	161.801	161.801	161.801	18.78 L/bolsa
AIRE	0					

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 18/12/2023

1. DATOS DE RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON	DISEÑO PARA 0.02 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON	VOLUM.
CEMENTO	366.102 kg	7.32 kg	0.0073
A. FINO	962.426 kg	19.25 kg	0.0192
A. GRUESO	898.927 kg	17.98 kg	0.0180
AGUA (L/m <sup>3</sup> )	161.801 kg	3.24 kg	0.0032
AIRE	0 kg	0.00 kg	0.0000

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	( - )	PROM.	( + )
CCA	%	4	---	8
Microsílíce	%	4	---	8

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	CCA	kg	0.000	0.000	0.000
	Microsílíce	kg	0.000	0.000	0.000
PATRON ( - )	CCA	kg	0.293	0.293	0.293
	Microsílíce	kg	0.293	0.293	0.293
PATRON ( + )	CCA	kg	0.586	0.586	0.586
	Microsílíce	kg	0.586	0.586	0.586

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**RESULTADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
**TESIS** : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** : 18/12/2023

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON GENERAL**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	366.102 kg	7.32 kg	0.00732204
A. FINO	962.426 kg	19.25 kg	0.01924852
A. GRUESO	898.927 kg	17.98 kg	0.01797854
AGUA (L/m3)	161.801 kg	3.24 kg	0.00323602

CCA	Microsilíce
0.00	0.00

**2. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (-) - CCA**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	351.458 kg	7.03 kg	0.00702916
A. FINO	962.426 kg	19.25 kg	0.01924852
A. GRUESO	898.927 kg	17.98 kg	0.01797854
AGUA (L/m3)	167.528 kg	3.35 kg	0.00335057

CCA
0.293

**3. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (-) - Microsilíce**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	351.458 kg	7.03 kg	0.00702916
A. FINO	962.426 kg	19.25 kg	0.01924852
A. GRUESO	898.927 kg	17.98 kg	0.01797854
AGUA (L/m3)	167.528 kg	3.35 kg	0.00335057

Microsilíce
0.293

**4. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (+) - CCA**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	336.814 kg	6.74 kg	0.00673628
A. FINO	962.426 kg	19.25 kg	0.01924852
A. GRUESO	898.927 kg	17.98 kg	0.01797854
AGUA (L/m3)	173.972 kg	3.48 kg	0.00347943

CCA
0.586

**5. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (+) - Microsilíce**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	336.814 kg	6.74 kg	0.00673628
A. FINO	962.426 kg	19.25 kg	0.01924852
A. GRUESO	898.927 kg	17.98 kg	0.01797854
AGUA (L/m3)	173.972 kg	3.48 kg	0.00347943

Microsilíce
0.586

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



TEMPERATURA DE CONCRETO  
NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 18/12/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

LECTURA N° 01	15,4 °C
LECTURA N° 02	15,0 °C
LECTURA N° 03	15,1 °C

2. MUESTRA - PATRON ( - ) - CCA

LECTURA N° 01	15,7 °C
LECTURA N° 02	16,0 °C
LECTURA N° 03	15,9 °C

3. MUESTRA - PATRON ( + ) - CCA

LECTURA N° 01	16,9 °C
LECTURA N° 02	16,5 °C
LECTURA N° 03	16,1 °C

4. MUESTRA - PATRON ( - ) - Microsílíce

LECTURA N° 01	16,3 °C
LECTURA N° 02	16,6 °C
LECTURA N° 03	16,1 °C

5. MUESTRA - PATRON ( + ) - Microsílíce

LECTURA N° 01	16,7 °C
LECTURA N° 02	16,8 °C
LECTURA N° 03	17,0 °C

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



MEDICION DE ASENTAMIENTO DEL HORMIGON  
CON EL CONO DE ABRAMS NTP 339.035

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 18/12/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON GENERAL	11.938	4.7	13.2 °C	74%

2. MUESTRA - PATRON (-) - CCA

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON (-)	10.922	4.3	12.9 °C	74%

3. MUESTRA - PATRON (+) - CCA

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON (+)	9.906	3.9	13.5 °C	74%

4. MUESTRA - PATRON (-) - Microsílíce

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON PROMEDIO	10.414	4.1	13.3 °C	74%

5. MUESTRA - PATRON (+) - Microsílíce

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON PROMEDIO	9.398	3.7	13.6 °C	74%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

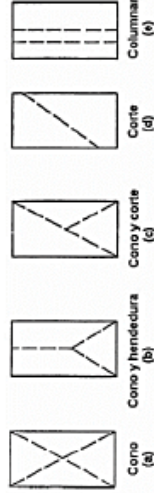


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microfisilce en la region Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 27/12/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. ROTURA	TIPO DE ROTURA
BS-1	Patron General	20/12/2023	27/12/2023	7	10.31	200.01	83.48	118.63	12096.94	144.90	1.2	210	69%	TIPO B
BS-2	Patron General	20/12/2023	27/12/2023	7	10.24	200.50	82.35	116.74	11904.41	144.55	5	210	69%	TIPO B
BS-3	Patron General	20/12/2023	27/12/2023	7	10.35	201.31	84.13	118.65	12098.44	143.80	0.8	210	68%	TIPO C



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS-1	3991.1	2.390	2390.20
BS-2	3940.7	2.387	2386.54
BS-3	3987.1	2.354	2354.08
PROM	3973.0	2.377	2376.94

NOTAS:

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

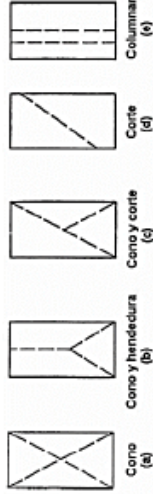


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
 TESIS : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la region Pasco 2023  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACIÓN : Pasco  
 FECHA : 03/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS-4	Patron General	20/12/2023	03/01/2024	14	10.2	201.00	81.71	161.63	16481.48	201.7	1.6	210	96%	TIPO C
BS-5	Patron General	20/12/2023	03/01/2024	14	10.19	202.85	81.55	160.79	16395.35	201.04	1.4	210	96%	TIPO C
BS-6	Patron General	20/12/2023	03/01/2024	14	10.15	201.08	80.91	160.53	16368.84	202.3	1.7	210	96%	TIPO A



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS-4	3850.3	2.344	2344	2344.27
BS-5	3881.1	2.346	2346	2346.07
BS-6	3840.2	2.360	2360	2360.28
PROM	3857.2	2.350	2350	2350.21

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

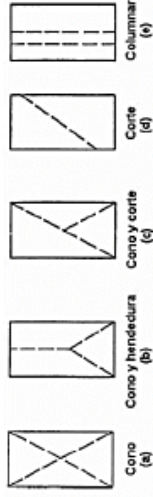


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
**TESIS** : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la region Pasco 2023  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** 17/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS-7	Patron General	20/12/2023	17/01/2024	28	9.9	200.04	76.98	174.15	17758.56	230.7	2.2	210	110%	TIPO A
BS-8	Patron General	20/12/2023	17/01/2024	28	9.98	200.95	78.23	176.37	17984.15	229.9	0.9	210	109%	TIPO C
BS-9	Patron General	20/12/2023	17/01/2024	28	9.95	200.12	77.76	174.55	17798.44	228.9	1.7	210	109%	TIPO B



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS-7	3618.4	2.350	2349.85
BS-8	3615.8	2.300	2300.20
BS-9	3619.5	2.326	2326.07
PROM	3617.9	2.325	2325.37

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

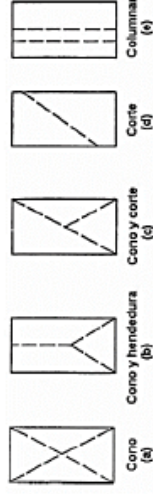


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 27/12/2023

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS1-1	Patron (-) - CCA	20/12/2023	27/12/2023	7	9.97	201.2	78.07	112.85	11507.41	147.4	0.9	210	70%	TIPO C
BS1-2	Patron (-) - CCA	20/12/2023	27/12/2023	7	9.93	201.5	77.44	110.81	11299.10	145.9	1.2	210	69%	TIPO D
BS1-3	Patron (-) - CCA	20/12/2023	27/12/2023	7	9.95	201.3	77.76	112.02	11422.41	146.9	1.0	210	70%	TIPO C



CODIGO	PESO (g)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
		g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS1-1	3722.3	2.370	2369.75
BS1-2	3722.5	2.385	2385.46
BS1-3	3729.1	2.382	2382.45
PROM	3724.63	2.379	2379.22

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe





**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

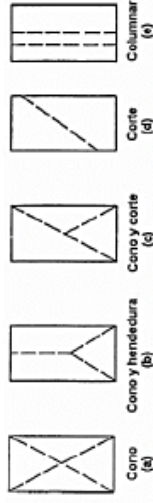


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
**TESIS** : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la region Pasco 2023  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** 03/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS1-4	Patron (-) - CCA	20/12/2023	03/01/2024	14	9.95	200.1	77.76	157.46	16056.69	206.5	2.1	210	98%	TIPO A
BS1-5	Patron (-) - CCA	20/12/2023	03/01/2024	14	9.96	199.9	77.91	156.94	16003.28	205.4	2.3	210	98%	TIPO C
BS1-6	Patron (-) - CCA	20/12/2023	03/01/2024	14	10	198.8	78.54	157.51	16061.39	204.5	2.2	210	97%	TIPO C



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS1-4	3645.1	2.343	2342.75
BS1-5	3649.6	2.343	2343.28
BS1-6	3650.7	2.338	2338.14
PROM	3648.5	2.341	2341.39

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO

TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023

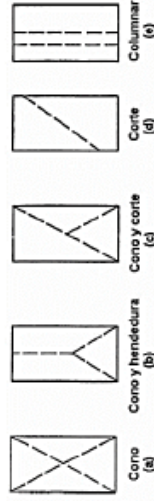
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS1-7	Patron (-) - CCA	20/12/2023	17/01/2024	28	9.97	201	78.07	181.07	18463.39	236.5	1.6	210	113%	TIPO D
BS1-8	Patron (-) - CCA	20/12/2023	17/01/2024	28	9.9	200.5	76.98	178.08	18158.84	235.9	1.4	210	112%	TIPO C
BS1-9	Patron (-) - CCA	20/12/2023	17/01/2024	28	9.92	200.9	77.29	179.79	18332.76	237.2	1.7	210	113%	TIPO C



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS1-7	3614.5	2.303	2303.41
BS1-8	3612.9	2.341	2340.89
BS1-9	3615.7	2.329	2328.62
PROM	3614.4	2.324	2324.31

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO

TESIS : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microfislice en la region Pasco 2023

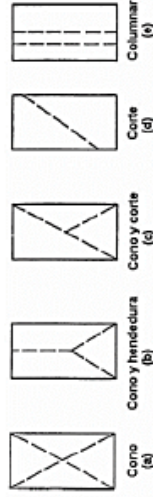
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 27/12/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KIj)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS2-1	Patron (+) - CCA	20/12/2023	27/12/2023	7	10.14	199.95	80.75	117.68	12000.09	148.6	1.6	210	71%	TIPO A
BS2-2	Patron (+) - CCA	20/12/2023	27/12/2023	7	10	199	78.54	114.92	11718.14	149.2	1.2	210	71%	TIPO C
BS2-3	Patron (+) - CCA	20/12/2023	27/12/2023	7	10	200	78.54	113.84	11608.18	147.8	1.9	210	70%	TIPO C



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS2-1	3795.3	2.350	2350.49
BS2-2	3735.1	2.390	2389.79
BS2-3	3752.8	2.389	2389.11
PROM	3761.1	2.376	2376.46

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

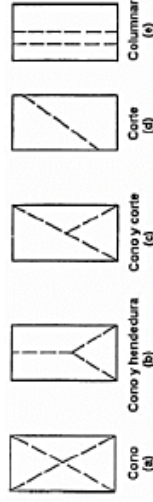


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
**TESIS** : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilíce en la región Pasco 2023  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm2  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** 03/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS2-4	Patron (+) - CCA	20/12/2023	03/01/2024	14	10.1	199.8	80.12	156.43	15951.59	199.1	1.8	210	95%	TIPO D
BS2-5	Patron (+) - CCA	20/12/2023	03/01/2024	14	10.05	199.5	79.33	153.96	15698.85	197.9	1.5	210	94%	TIPO D
BS2-6	Patron (+) - CCA	20/12/2023	03/01/2024	14	10.12	198	80.44	156.50	15958.52	198.4	1.9	210	94%	TIPO B



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
BS2-4	3741.1	2.337	2337.07
BS2-5	3698.6	2.337	2337.07
BS2-6	3734.9	2.345	2345.11
PROM	3724.86667	2.340	2339.75

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

[rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

[undac.edu.pe](http://undac.edu.pe)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

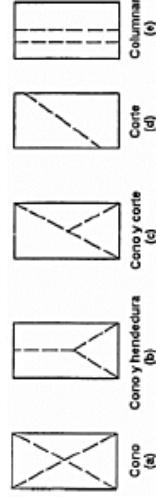


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
**TESIS** : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm2  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** 17/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS2-7	Patron (+) - CCA	20/12/2023	17/01/2024	28	10.01	198	78.70	175.65	17911.43	227.6	2.1	210	108%	TIPO 4
BS2-8	Patron (+) - CCA	20/12/2023	17/01/2024	28	10.01	199.4	78.70	174.19	17761.91	225.7	2.2	210	107%	TIPO 4
BS2-9	Patron (+) - CCA	20/12/2023	17/01/2024	28	9.9	200	76.98	171.21	17458.36	226.8	1.9	210	108%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm3	g/cm3	Kg/m3
BS2-7	3613.4	2.319	2.319	2318.96
BS2-8	3611.9	2.302	2.302	2301.72
BS2-9	3614.2	2.348	2.348	2347.59
PROM	3613.17	2.323	2.323	2322.76

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO

TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023

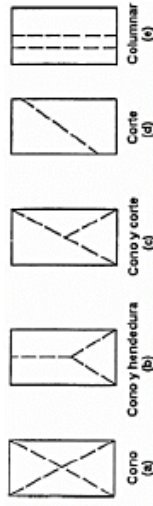
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 27/12/2023

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kil)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS3-1	Patron (-) – Mic.	20/12/2023	27/12/2023	7	10.2	200.15	81.71	122.53	12493.89	152.9	2.1	210	73%	TIPO C
BS3-2	Patron (-) – Mic.	20/12/2023	27/12/2023	7	10.14	201.21	80.75	120.53	12290.81	152.2	2.4	210	72%	TIPO C
BS3-3	Patron (-) – Mic.	20/12/2023	27/12/2023	7	10.18	200	81.39	122.52	12493.78	153.5	2.4	210	73%	TIPO A



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS3-1	3882.3	2.374	2374	2373.80
BS3-2	3871.1	2.382	2382	2382.42
BS3-3	3879.6	2.383	2383	2383.26
PROM	3877.7	2.380	2380	2379.83

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



*La calidad es nuestro compromiso*

**AV. Los Proceres N° 703, Pasco.**

**rectorado@undac.edu.pe**

**(063) 422197**

**undac.edu.pe**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

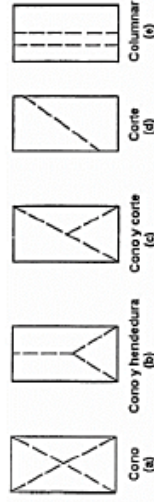


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
**TESIS** : Analisis comparativo de la resistencia a la compresion entre el concreto reforzado con cenizas de cascarrilla de arroz y microsíllice en la región Pasco 2023  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** 03/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS3-4	Patron (-) - Mic.	20/12/2023	03/01/2024	14	10.15	200.54	80.91	166.08	16935.23	209.3	2.2	210	100%	TIPO C
BS3-5	Patron (-) - Mic.	20/12/2023	03/01/2024	14	10.21	200.71	81.87	169.25	17258.85	210.8	2.1	210	100%	TIPO B
BS3-6	Patron (-) - Mic.	20/12/2023	03/01/2024	14	10.15	200.67	80.91	167.59	17088.97	211.2	2.5	210	101%	TIPO B



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS3-4	3758.5	2.316	2316.28
BS3-5	3831.3	2.332	2331.50
BS3-6	3872.7	2.385	2385.12
PROM	3820.8	2.344	2344.30

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO

TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microfílice en la región Pasco 2023

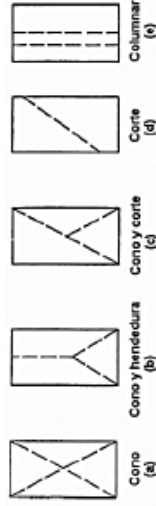
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS3-7	Patron (-) - Mfc.	20/12/2023	17/01/2024	28	9.9	199.9	76.98	182.61	18620.71	241.9	2.3	210	115%	TIPO B
BS3-8	Patron (-) - Mfc.	20/12/2023	17/01/2024	28	10	199.1	78.54	186.93	19061.61	242.7	2.4	210	116%	TIPO C
BS3-9	Patron (-) - Mfc.	20/12/2023	17/01/2024	28	10	199.08	78.54	187.28	19096.96	243.2	2.5	210	116%	TIPO C



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
BS3-7	3617.3	2.351	2.351	2350.78
BS3-8	3613.1	2.311	2.311	2310.57
BS3-9	3616.2	2.313	2.313	2312.78
PROM	3615.53	2.325	2.325	2324.71

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

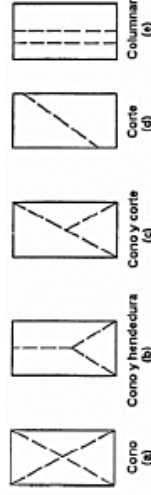


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 17/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS4-1	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	27/12/2023	7	10.2	200.15	81.71	126.29	12877.94	157.6	2.1	210	75%	TIPO B
BS4-2	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	27/12/2023	7	10.14	201.21	80.75	124.49	12694.58	157.2	2.4	210	75%	TIPO D
BS4-3	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	27/12/2023	7	10.18	200	81.39	126.12	12860.05	158.0	2.4	210	75%	TIPO A



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS4-1	3887.3	2.377	2376.85
BS4-2	3876.1	2.386	2385.50
BS4-3	3884.6	2.386	2386.33
PROM	3882.7	2.383	2382.90

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

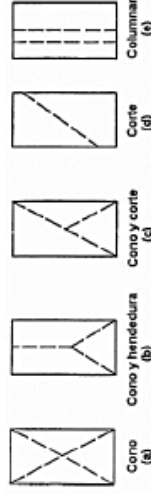


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO  
TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 03/01/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS4-4	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	03/01/2024	14	10.15	200.54	80.91	164.18	16741.04	206.9	2.2	210	99%	TIPO E
BS4-5	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	03/01/2024	14	10.21	200.71	81.87	166.85	17013.24	207.8	2.1	210	99%	TIPO C
BS4-6	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	03/01/2024	14	10.15	200.67	80.91	165.13	16838.14	208.1	2.5	210	99%	TIPO A



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS4-4	3760.5	2.318	2317.52
BS4-5	3845.3	2.340	2340.02
BS4-6	3874.7	2.386	2386.35
PROM	3826.8	2.348	2347.96

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Brian Jairo, BALDEON SATURNO

TESIS : Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y microsilice en la región Pasco 2023

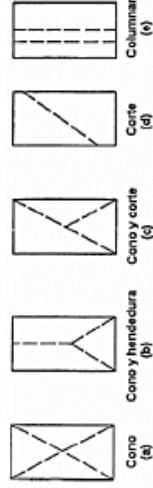
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 17/01/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS4-7	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	17/01/2024	28	9.9	199.9	76.98	179.59	18312.80	237.9	2.3	210	113%	TIPO B
BS4-8	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	17/01/2024	28	10	199.1	78.54	183.85	18747.45	238.7	2.4	210	114%	TIPO C
BS4-9	MUESTRA - PATRON PROMEDIO	20/12/2023	17/01/2024	28	10	199.08	78.54	184.20	18782.80	239.2	2.5	210	114%	TIPO A



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	PESO (kg)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
BS4-7	3613.3	3.6133	2.348	2348.18
BS4-8	3612.1	3.6121	2.310	2309.93
BS4-9	3617.2	3.6172	2.313	2313.42
PROM	3614.20	3.6142	2.324	2323.84

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título: “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y Microsilice en la región Pasco 2023”**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ¿Cuál es el impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023?</li> <li>✓ ¿Cuál es el impacto específico de las microsilíce en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Analizar la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluar el impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023.</li> <li>✓ Evaluar el impacto específico de las microsilíce en la resistencia a la compresión del concreto en la región de Pasco 2023.</li> <li>✓ Analizar las diferencias cuantitativas en la</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> <b>Ho:</b> Se hipotetiza que no existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023.</p> <p><b>Hi:</b> Se hipotetiza que existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región de Pasco 2023.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> <b>Ho1:</b> El impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión no mejora el concreto en la región de Pasco 2023. <b>Hi1:</b> El impacto específico de las cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión mejora el</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Cenizas de cascarilla de arroz Microsilíce</p>	<p><b>Dimensiones</b></p> <p>Porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz. Porcentaje de Microsilíce.</p>	<p><b>Indicadores</b></p> <p>Dosificación Análisis granulométrico. Peso específico. Módulo de fineza. Peso volumétrico</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicativo</p> <p><b>Método de investigación:</b> Científico</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativa</p> <p><b>Población:</b> Concreto F'c=210 Kg/Cm2</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra son 45 probetas totales conformados por 5 diseños de 0%, 4% y 8% de adición de RHA y 4% y 8% de MS, la cual serán curadas a 7, 14 y 28 días y posterior realizar el ensayo de resistencia a compresión.</p>
			<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p><b>Dimensiones</b></p> <p>Resistencia a compresión.</p>	<p><b>Indicadores</b></p> <p>F'c=210 Kg/cm2. Diámetro de la probeta. Longitud de la probeta. Área de la probeta. Carga máxima.</p>	

✓ ¿Cuáles son las diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023?

✓ ¿Cuál es la proporción más efectiva de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la mezcla de concreto para lograr la máxima resistencia a la compresión en la región de Pasco 2023?

resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023.

✓ Determinar la proporción más efectiva de cenizas de cascarilla de arroz y microsílíce en la mezcla de concreto para lograr la máxima resistencia a la compresión en la región de Pasco 2023

concreto en la región de Pasco 2023.

**Ho2:** El impacto específico de las microsílíce en la resistencia a la compresión no mejora el concreto en la región de Pasco 2023.

**Hi2:** El impacto específico de las microsílíce en la resistencia a la compresión mejora el concreto en la región de Pasco 2023.

**Ho3:** No hay diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023

**Hi3:** Si hay diferencias cuantitativas en la resistencia a la compresión entre el concreto reforzado con cenizas de cascarilla de arroz y el concreto reforzado con Microsilice en la región Pasco 2023

**Muestreo:**

No probabilístico -  
Muestras Intencionadas

## PANEL FOTOGRAFICO



**Fotografía 1.** Seca en horno de los agregados para realizar los ensayos correspondientes.



**Fotografía 2.** Se realiza el secad en horno de los agregados para los ensayos.



**Fotografía 3.** Cantidad de Agregado fino, grueso y ceniza de cascarilla de arroz para los ensayos.



**Fotografía 4.** Preparación de los agregados para el ensayo granulométrico.





**Fotografía 5.** Ubicación de los tamices según la norma NTP 400.012



**Fotografía 6.** Inicio del ensayo granulométrico de los agregados.



**Fotografía 7.** Se vierte una cantidad determinada a los tamices para el ensayo granulométrico.



**Fotografía 8.** Llevando los agregados a la tamizadora para el ensayo granulométrico.



**Fotografía 9.** Tamizando los agregados (finos y gruesos).



**Fotografía 10.** Preparación de la muestra para el ensayo de peso específico del agregado fino.



**Fotografía 11.** Se utiliza el molde cónico para la prueba de peso específico.



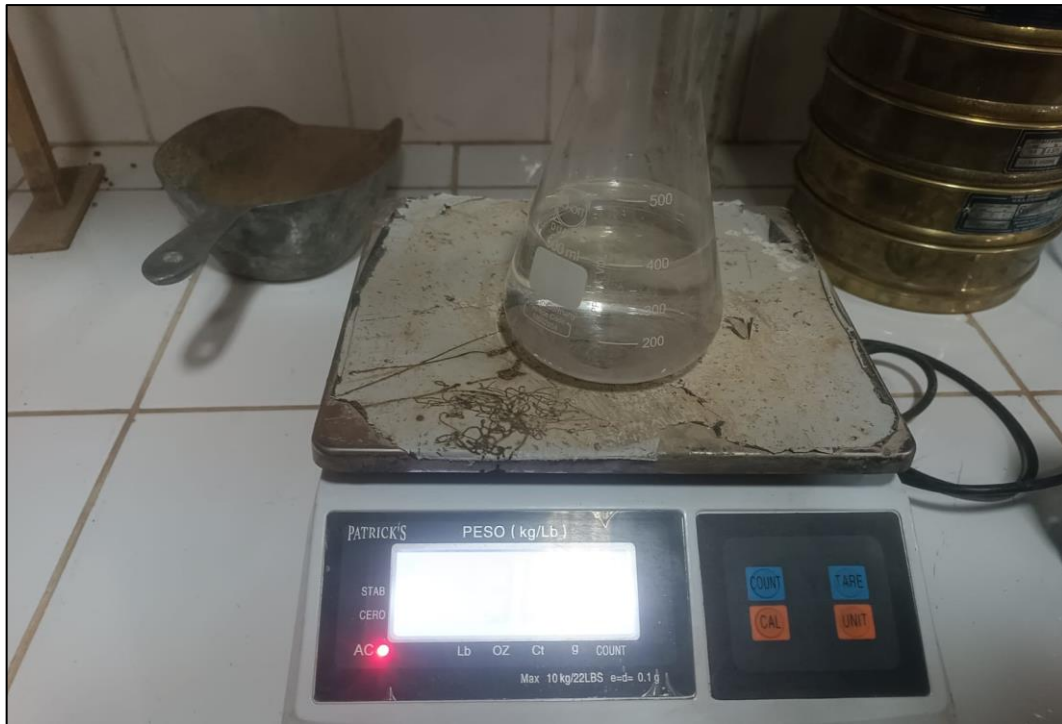
**Fotografía 12.** Se golpea la muestra suavemente 25 veces con la barra de metal.



**Fotografía 13.** Se levanta el molde verticalmente y se verifica si la muestra existe humedad libre, si el agregado mantiene la forma de cono se sigue secando y se hace de nuevo el ensayo hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde.



**Fotografía 14.** Inicio del ensayo de la absorción del agregado fino.



**Fotografía 15.** Se pesa la cantidad de agua necesaria para realizar el ensayo.



**Fotografía 16.** Peso del agregado fino secado durante 24 horas para el ensayo de peso específico del agregado fino.



**Fotografía 17.** Se pesa una muestra de 500 gramos del material preparado.



**Fotografía 18.** Se introduce de inmediato en el frasco la muestra y se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm<sup>3</sup>.



**Fotografía 19.** Se agita cuidadosamente y después de una hora se llena con agua hasta los 500 m<sup>3</sup> y se determina el peso total del agua introducido en el frasco.



**Fotografía 20.** Se vierte todo el contenido en un recipiente.





**Fotografía 21.** Se seca a peso constante en el horno a una temperatura de 110 °C y luego se enfría.



**Fotografía 22.** Se inicia el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



**Fotografía 23.** Se remueve la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible.



**Fotografía 24.** Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.



Fotografía 25. Se coloca de inmediato la muestra saturada en la cesta de alambre.



Fotografía 26. Colocación de la muestra en la cesta de alambre y se determina su peso a una temperatura entre 23 °C.



**Fotografía 27.** Preparación de las probetas con concreto natural y el concreto experimental.



**Fotografía 28.** Asentamiento del concreto natural y el concreto experimental.



**Fotografía 29.** Desmolde de las probetas con concreto natural y concreto experimental.



**Fotografía 30.** Probetas realizadas con diferentes mezclas después de una hora de haber curado.



**Fotografía 31.** Ubicación de la probeta en la prensa de concreto.



**Fotografía 32.** Manipulación de la máquina para el ensayo de resistencia a la compresión.



**Fotografía 33.** Resultados del ensayo a compresión, se muestran los tipos de corte que obtuvo cada probeta.



**Fotografía 34.** Resultados del ensayo a compresión de cada probeta, se puede observar los tipos de corte que se obtuvo.