



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y  
ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES  
DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN  
EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**

TESIS PRESENTADA POR:  
**Bach. JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ  
2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y**  
**ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES**  
**DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN**  
**EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI**

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 686-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 8701 presentado por el (la) Bachiller: **JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.** - APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTICULO SEGUNDO.** - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. **EFRAIN PARILLO SOSA.**

**ARTICULO TERCERO.** - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 01 de agosto del 2024
- **HORA** : 8:00 a.m.
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.**- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
 DE MILTHON QUISPE HUANCA  
 DECANO  
 CIP. 47790

  
 Dr. Efrain Parillo Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
 Archivo  
 Interrelato (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 401-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de junio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 6401 por el o (la) Bachiller: **JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 459 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 071 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 071 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
UNIVERSIDAD ANDINA  
N.º 401-2024-D-UI-FICP-UANCV  
CIP. 47790

  
DIRECTOR  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 238-2024-D.II-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-05026, presentado por el señor (a) JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 267 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 105-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI ha presentado su propuesta de investigación Titulado: INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCIA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 105-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCIA.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR,** la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el o (la) Bachiller: JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

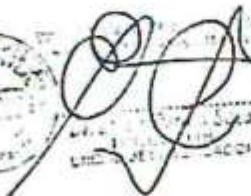
La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
DECANO  
CIP. 47790



Intervenido (a)



## INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ENCOFRADO DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**21** %

INDICE DE SIMILITUD

**18** %

FUENTES DE INTERNET

**3** %

PUBLICACIONES

**13** %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS


<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b> Trabajo del estudiante	<b>8</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>repositoriobibliotecas.uv.cl</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.unal.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>Submitted to Mountain Lakes High School</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %

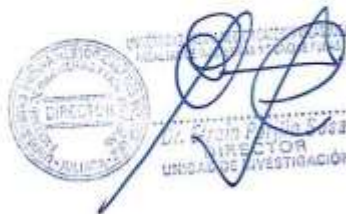


Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Joseph Antony Salazar Chambi
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72631458
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0002-0080-0123">https://orcid.org/0009-0002-0080-0123</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: Lampa          Distrito: Santa Lucía          Latitud: S 15° 41' 44"          Longitud: O 70° 36' 33"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/Xi5DFz7Hpzcsvms6">https://maps.app.goo.gl/Xi5DFz7Hpzcsvms6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 - Julio 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p><b>Ingeniería civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p> <p><b>Ingeniería estructural y municipal</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</a></p>



DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI, identificado con DNI Nro. 72631458, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE  
SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL  
EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

Asesorado por: Dr. EFFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 26 de agosto del 2024

  
Firma del Asesor (obligatoria)

  
Firma del Estudiante (obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo creativo y  
meticulosamente elaborado a Dios,  
con gratitud por la inspiración y guía  
recibidas.*



## AGRADECIMIENTO

A mis profesores.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>iii</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Análisis de la situación problemática</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos. ....	2
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b> .....	<b>3</b>
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	3
<b>1.4 Justificación de la investigación</b> .....	<b>3</b>
1.4.1 Justificación Técnica.....	3
1.4.2 Justificación Social. ....	4
1.4.3 Justificación ambiental.....	4
<b>1.5 Hipótesis de la Investigación</b> .....	<b>4</b>
1.5.1 Hipótesis General. ....	4
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	5
<b>1.6 Variables e indicadores</b> .....	<b>5</b>
1.6.1 Variable Independiente.....	5
1.6.2 Variable Dependiente .....	5
<b>1.7 Operacionalización de Variables</b> .....	<b>5</b>

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>7</b>
---------------------------------------------------	----------



2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	11
2.1.3 Antecedentes regionales. ....	16
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>19</b>
2.2.1 Concreto.....	19
2.2.1.1 <i>Clasificación del concreto</i> .....	20
2.2.1.2 <i>Propiedades físicas del concreto</i> .....	23
2.2.1.3 <i>Atributos mecánicos del concreto</i> .....	24
2.2.2 Cemento.....	27
2.2.2.1 <i>Cemento Portland:</i> .....	28
2.2.2.2 <i>Proceso de creación del cemento</i> .....	29
2.2.3 Agregados .....	30
2.2.3.1 <i>Agregado grueso:</i> .....	30
2.2.3.2 <i>Agregado fino:</i> .....	31
2.2.3.3 <i>Agregados según el lugar</i> .....	31
2.2.3.4 <i>Propiedades físicas del agregado</i> .....	32
2.2.3.5 <i>Atributos mecánicos del agregado</i> .....	33
2.2.4 Ceniza volcánica .....	33
2.2.4.1 <i>Características de la ceniza volcánica</i> .....	34
2.2.4.2 <i>Ceniza volcánica en el concreto</i> .....	35
2.2.5 Escoria de cobre.....	36
2.2.5.1 <i>Características de la escoria de cobre</i> .....	37
2.2.5.2 <i>Escoria de cobre en el concreto</i> .....	38
2.2.6 Diseño de mezclas .....	39
2.2.6.1 <i>Consideraciones Importantes:</i> .....	41
<b>2.3 Marco conceptual.....</b>	<b>42</b>
2.3.1 Agregado.....	42
2.3.2 Asentamiento.....	42
2.3.3 Cemento.....	42
2.3.4 Ceniza volcánica .....	43
2.3.5 Concreto.....	43
2.3.6 Escoria de cobre.....	43
2.3.7 Resistencia a la compresión .....	43

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



- 3.1 Diseño de la Investigación..... 44**
- 3.2 Método de la Investigación..... 44**
- 3.3 Nivel y tipo de la investigación..... 45**
  - 3.3.1 Nivel de la Investigación ..... 45
  - 3.3.2 Tipo de la investigación ..... 45
- 3.4 Población y Muestra..... 45**
  - 3.4.1 Población..... 45
  - 3.4.2 Muestra ..... 46
- 3.5 Técnicas e instrumentos de investigación ..... 46**
  - 3.5.1 Técnicas de recolección. .... 46
  - 3.5.2 Instrumentos de recolección. .... 47
- 3.6 Procedimiento para la recolección de datos ..... 47**
  - 3.6.1 Desarrollo de plan..... 47
- 3.7 Análisis de datos ..... 52**

**CAPÍTULO IV  
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- 4.1 Resultados..... 53**
  - 4.1.1 Resultados referentes a la trabajabilidad del concreto fresco con la adición de escoria de cobre y ceniza volcánica. .... 59
  - 4.1.2 Resultados relacionados a la resistencia a compresión del concreto convencional y con la adición de escoria de cobre y ceniza volcánica..... 61
    - 4.1.2.1 Resistencia a la compresión del concreto muestra patrón.....61
    - 4.1.2.2 Resistencia del concreto + ceniza volcánica. ....66
  - 4.1.3 Resultados sobre la resistencia a compresión del concreto con la adición de escoria de cobre. .... 79
    - 4.1.3.1 Resistencia del concreto + escoria de cobre.....79
    - 4.1.3.2 Cuadro comparativo de resistencias en edades de 7, 14 y 28 días.....93
- 4.2 Discusión de resultados. .... 95**
- CONCLUSIONES ..... 98
- RECOMENDACIONES..... 99
- REFERENCIAS ..... 100
- ANEXOS..... 103



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Especificación de variables</i> .....	6
<b>Tabla 2</b> <i>Granulometría del agregado grueso</i> .....	53
<b>Tabla 3</b> <i>Análisis granulométrico del agregado fino</i> .....	54
<b>Tabla 4</b> <i>% Humed. del agregado</i> .....	55
<b>Tabla 5</b> <i>Peso unitario (suelto)</i> .....	56
<b>Tabla 6</b> <i>Peso unitario (suelto)</i> .....	57
<b>Tabla 7</b> <i>Peso unitario del agregado Fino (Compactado)</i> .....	57
<b>Tabla 8</b> <i>Peso unitario del agregado Grueso (Compactado)</i> .....	57
<b>Tabla 9</b> <i>Características de los agregados</i> .....	58
<b>Tabla 10</b> <i>Dosificación según diseño de mezclas</i> .....	58
<b>Tabla 11</b> <i>Dosificación de la ceniza volcánica</i> .....	58
<b>Tabla 12</b> <i>Dosificación de escoria de cobre</i> .....	59
<b>Tabla 13</b> <i>Asentamiento del concreto con el empleo de ceniza volcánica</i> .....	59
<b>Tabla 14</b> <i>Asentamiento del concreto con adición de escoria de cobre</i> .....	60
<b>Tabla 15</b> <i>Resistencia del concreto estándar durante 7 días</i> .....	61
<b>Tabla 16</b> <i>Resistencia del concreto patrón durante 14 días</i> .....	63
<b>Tabla 17</b> <i>Resistencia del concreto patrón durante 28 días</i> .....	64
<b>Tabla 18</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 3%, durante 7 días</i> .....	66
<b>Tabla 19</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 3%, durante 14 días</i> .....	67
<b>Tabla 20</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 3%, durante 14 días</i> .....	69
<b>Tabla 21</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 7 días</i> .....	70
<b>Tabla 22</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 14 días</i> .....	72
<b>Tabla 23</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 7 días</i> .....	73
<b>Tabla 24</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 9%, durante 7 días</i> .....	75
<b>Tabla 25</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 9%, durante 14 días</i> .....	76
<b>Tabla 26</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 9%, durante 28 días</i> .....	78
<b>Tabla 27</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 4%, durante 7 días</i> .....	79
<b>Tabla 28</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 4%, durante 14 días</i> .....	81
<b>Tabla 29</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 4%, durante 28 días</i> .....	83
<b>Tabla 30</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 8%, durante 7 días</i> .....	84
<b>Tabla 31</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 8%, durante 14 días</i> .....	86
<b>Tabla 32</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 8%, durante 28 días</i> .....	87
<b>Tabla 33</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 12%</i> .....	89
<b>Tabla 34</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 12%</i> .....	90



<b>Tabla 35</b> <i>Resistencia del concreto + escoria de cobre al 12%, durante 28 días. ....</i>	92
<b>Tabla 36</b> <i>Comparativo de las resistencias logradas en edades diferentes. ....</i>	93



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Consistencia.</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Prueba de compresión.</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Muestras a elaborarse</i> .....	46
<b>Figura 4</b> <i>Maquina compresiva</i> .....	52
<b>Figura 5</b> <i>Curva del material grueso</i> .....	54
<b>Figura 6</b> <i>Granulometría del agregado Fino</i> .....	55
<b>Figura 7</b> <i>Comportamiento del asentamiento de concreto</i> .....	60
<b>Figura 8</b> <i>Comportamiento asentamiento de concreto</i> .....	61
<b>Figura 9</b> <i>Resistencia lograda durante 7 días, muestra estándar</i> .....	62
<b>Figura 10</b> <i>Porcentaje de resistencia lograda durante 7 días, muestra patrón.</i> .....	62
<b>Figura 11</b> <i>Resistencia lograda durante 14 días, muestra patrón</i> .....	63
<b>Figura 12</b> <i>Porcentaje de resistencia lograda durante 14 días, muestra estándar.</i> .....	64
<b>Figura 13</b> <i>Resistencia lograda durante 28 días, muestra patrón</i> .....	65
<b>Figura 14</b> <i>Porcentaje logrado durante 28 días, muestra patrón</i> .....	65
<b>Figura 15</b> <i>Resistencia logrado concreto + ceniza volcánica al 3%.</i> .....	66
<b>Figura 16</b> <i>Porcentaje logrado durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.</i> .....	67
<b>Figura 17</b> <i>Resistencia logrado durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.</i> .....	68
<b>Figura 18</b> <i>Porcentaje de resistencia logrado durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.</i> .....	68
<b>Figura 19</b> <i>Resistencia lograda durante 28 días, del concreto + ceniza volcánica al 3%.</i> 69	
<b>Figura 20</b> <i>Porcentaje de resistencia lograda durante 28 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.</i> .....	70
<b>Figura 21</b> <i>Resistencia lograda durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.</i> .....	71
<b>Figura 22</b> <i>Porcentaje logrado durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.</i> .....	71
<b>Figura 23</b> <i>Resistencia lograda durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.</i> .....	72
<b>Figura 24</b> <i>Porcentaje lograda durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.</i> .....	73
<b>Figura 25</b> <i>Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 7 días.</i> .....	74
<b>Figura 26</b> <i>Porcentaje lograda durante 28 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.</i> .....	74
<b>Figura 27</b> <i>Resistencia durante 7 días, del concreto + ceniza volcánica al 9%.</i> .....	75
<b>Figura 28</b> <i>Porcentaje durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.</i> .....	76
<b>Figura 29</b> <i>Resistencia lograda durante 14 días, del concreto + ceniza volcánica al 9%.</i> 77	
<b>Figura 30</b> <i>Porcentaje de resistencia alcanzada a los 14 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.</i> .....	77
<b>Figura 31</b> <i>Resistencia lograda durante 28 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.</i> .....	78



**Figura 32** *Porcentaje de resistencia alcanzada a los 28 días, concreto + ceniza volcánica al 9%..... 79*

**Figura 33** *Resistencia lograda durante 7 días, del concreto + escoria de cobre al 4%. . 80*

**Figura 34** *Porcentaje de logrado durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 4%. ... 80*

**Figura 35** *Resistencia lograda durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 4%..... 81*

**Figura 36** *Porcentaje alcanzada durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 4%... 82*

**Figura 37** *Resistencia lograda durante 28 días, del concreto + escoria de cobre al 4%.83*

**Figura 38** *Porcentaje lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 4%. ..... 84*

**Figura 39** *Resistencia lograda durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 8%..... 85*

**Figura 40** *Porcentaje lograda durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 8%. ..... 85*

**Figura 41** *Resistencia lograda durante 14 días, del concreto + escoria de cobre al 8%.86*

**Figura 42** *Porcentaje lograda durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 8%. ..... 87*

**Figura 43** *Resistencia lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 8%..... 88*

**Figura 44** *Porcentaje de lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 8%. . 88*

**Figura 45** *Resistencia lograda durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 12%..... 89*

**Figura 46** *Porcentaje de resistencia alcanzada a los 7 días, concreto + escoria de cobre al 12%. ..... 90*

**Figura 47** *Resistencia lograda durante 14 días, del concreto + escoria de cobre al 12%. ..... 91*

**Figura 48** *Porcentaje lograda durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 12%. .... 91*

**Figura 49** *Resistencia lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 12%.... 92*

**Figura 50** *Porcentaje de lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 12%.93*

**Figura 51** *Comparativa del comportamiento de las resistencias en edades diferentes.. 94*



## RESUMEN

La presente tesis "**INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA**", se basa en una metodología de investigación científica con un diseño experimental. El nivel de investigación es explicativo y de tipo aplicada. Se trabajó con una población de 105 briquetas de concreto, empleando como técnicas e instrumentos de investigación las guías de observación de campo. Los resultados de asentamiento para la muestra patrón fueron de 3.8", mientras que, para los concretos con adición de ceniza volcánica, los valores fueron de 3.5", 3.1" y 2.8", en proporciones del 3%, 6% y 9%, respectivamente. En el caso del concreto con escoria de cobre, los valores obtenidos fueron de 3.3", 3.0" y 2.7", para porcentajes de 4%, 8% y 12%. Se observó que, a mayores proporciones de estos materiales, el asentamiento del concreto se volvió más seca, reduciendo su manejabilidad. En cuanto a la resistencia en 28 días de fraguado, la muestra patrón alcanzó los 222.12 kg/cm<sup>2</sup>. Los concretos con empleo de ceniza volcánica mostraron resistencias de 229.12 kg/cm<sup>2</sup> con 3%, 234.49 kg/cm<sup>2</sup> con 6%, y 221.2 kg/cm<sup>2</sup> con 9%, destacando el 6% como el óptimo en términos de resistencia. Por otro lado, los concretos con empleo de escoria de cobre alcanzaron resistencias de 237.88 kg/cm<sup>2</sup> con 4%, 241.91 kg/cm<sup>2</sup> con 8%, y 257.69 kg/cm<sup>2</sup> con 12%, siendo esta última proporción la que ofreció la mayor resistencia, considerándose como la más adecuada.

**Palabras Clave:** Concreto convencional, asentamiento, ceniza volcánica, escoria de cobre, resistencia a compresión.



## ABSTRACT

The present thesis "INFLUENCE OF THE USE OF VOLCANIC ASH AND COPPER SLAG ON THE PROPERTIES OF A CONVENTIONAL CONCRETE IN THE DISTRICT OF SANTA LUCIA", is based on a scientific research methodology with an experimental design. The level of research is explanatory and applied. A population of 105 concrete briquettes was worked with, using field observation guides as research techniques and instruments. The settlement results for the standard sample were 3.8", while, for the concretes with the addition of volcanic ash, the values were 3.5", 3.1" and 2.8", in proportions of 3%, 6% and 9%, respectively. In the case of concrete with copper slag, the values obtained were 3.3", 3.0" and 2.7", for percentages of 4%, 8% and 12%. It was observed that, with higher proportions of these materials, the concrete settlement became drier, reducing its workability. Regarding the resistance in 28 days of setting, the standard sample reached 222.12 kg/cm<sup>2</sup>. The concretes with the use of volcanic ash showed resistances of 229.12 kg/cm<sup>2</sup> with 3%, 234.49 kg/cm<sup>2</sup> with 6%, and 221.2 kg/cm<sup>2</sup> with 9%, with 6% standing out as the optimum in terms of resistance. On the other hand, the concretes with the addition of copper slag reached resistances of 237.88 kg/cm<sup>2</sup> with 4%, 241.91 kg/cm<sup>2</sup> with 8%, and 257.69 kg/cm<sup>2</sup> with 12%, with this last proportion offering the greatest resistance, considered the most adequate.

**Keywords:** Conventional concrete, settlement, volcanic ash, copper slag, compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

El distrito de Santa Lucía es un área geológicamente activa, con una historia de erupciones volcánicas que han dejado una huella en el suelo y en la estructura de la región. La ceniza volcánica y la escoria de cobre son dos materiales naturales que se han generado en este proceso y que pueden ser utilizados como agregados en la fabricación de concreto. Es un material fundamental en la construcción, utilizado en la mayoría de las estructuras y edificios. Sin embargo, su producción y uso pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, ya que requiere grandes cantidades de agua y energía, y genera residuos que pueden ser perjudiciales para el ecosistema. Por lo tanto, es importante explorar alternativas más sostenibles para la fabricación de concreto. La inclusión de ceniza volcánica y escoria de cobre en la constitución del concreto puede ser una de estas alternativas. Estos materiales naturales pueden actuar como aglomerantes, mejorando la cohesión y resistencia del material. Además, pueden reducir la cantidad de cemento necesaria, lo que puede ayudar a minimizar el impacto ambiental de la producción de concreto. Antes de implementar esta tecnología en la construcción, es fundamental realizar una investigación exhaustiva para comprender el impacto que la inclusión de ceniza volcánica y escoria de cobre tiene sobre las peculiaridades del concreto. Esto implica evaluar cómo estos materiales afectan la resistencia compresiva, flexión y permeabilidad del concreto, además de analizar su desempeño en diversas condiciones ambientales.

Para la presente tesis consta con 4 ítems:

**Capítulo I:** Se presenta el problema, analiza la situación actual, define el problema central y establece los objetivos específicos, sentando las bases para el resto del estudio.



**Capítulo II:** Ofrece un glosario autorizado con términos y conceptos clave de la teoría del concreto, esenciales para comprender la tesis en su totalidad.

**Capítulo III:** El capítulo tres expone la metodología de investigación, incluyendo el contexto de la situación, la afinidad del tema de estudio, el valor de la información necesaria, la selección de técnicas de recopilación de datos y la estrategia de investigación a seguir.

**Capítulo IV:** Trata de desarrollar la pregunta de investigación principal, evaluando en profundidad cada objetivo a la luz del propósito de la investigación. Finalmente, ofrece un resumen de los objetivos alcanzados y sugiere áreas para futuras investigaciones.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática.

La necesidad de materiales sostenibles y locales ha adquirido una relevancia sin precedentes debido a la urgencia de encontrar alternativas que reduzcan el impacto ambiental y al mismo tiempo sean viables desde una perspectiva económica. Los materiales convencionales utilizados en la producción de concreto, como el cemento, presentan serias limitaciones ambientales, principalmente por su alto costo energético y su elevada emisión de dióxido de carbono. En este contexto, surge la oportunidad de aprovechar subproductos industriales y naturales, como la ceniza volcánica y la escoria de cobre, que hasta ahora no han sido optimizados para su aplicación en la construcción. Estos materiales, que son abundantes en varias regiones, tienen el potencial de convertirse en alternativas sostenibles que, además de contribuir a la economía circular, pueden complementar o incluso sustituir los ingredientes tradicionales del concreto. La ceniza volcánica, por ejemplo, es un subproducto natural que se obtiene en regiones con actividad volcánica, mientras que la escoria de cobre es un desecho industrial resultante de la fundición del cobre. Ambos materiales, al ser incorporados en las mezclas de concreto, pueden reducir la dependencia de cemento, disminuyendo así las emisiones de



carbono asociadas a su producción. No obstante, la incorporación de estos materiales puede alterar las propiedades mecánicas y perdurabilidad del concreto, lo que plantea el desafío de investigar cómo afectan factores como la resistencia, la permeabilidad, y la vida útil del concreto resultante. Por lo tanto, es imprescindible evaluar en qué medida estas nuevas mezclas cumplen con los estándares de calidad exigidos para aplicaciones específicas, como las del Distrito de Santa Lucía. La clave radica en encontrar una proporción óptima de ceniza volcánica y escoria de cobre que garantice que las propiedades del concreto no se vean comprometidas, sino mejoradas o al menos mantenidas. Desde una perspectiva geográfica y económica, Santa Lucía tiene la ventaja de poder acceder a estos materiales de manera local, lo que no solo podría reducir costos logísticos, sino también fomentar un desarrollo económico más sostenible. Si los resultados de las investigaciones demuestran que estas nuevas mezclas son efectivas, se podría incentivar la producción local y el uso de recursos que antes no se aprovechaban de manera eficiente. Así, el empleo de ceniza volcánica y escoria de cobre en la construcción no solo representa una solución técnica, sino también una estrategia para la sostenibilidad económica y ambiental de la región.

## **1.2 Planteamiento del problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cuáles son las propiedades de un concreto convencional con la aplicación de ceniza volcánica y escoria de cobre en el distrito de Santa Lucía?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

1. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza volcánica y escoria de cobre en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía?



2. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza volcánica en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía?
3. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de escoria de cobre en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía?

### **1.3 Objetivos de la investigación.**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar las propiedades de un concreto convencional con la aplicación de ceniza volcánica y escoria de cobre en el distrito de Santa Lucía.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Determinar el efecto de la incorporación de ceniza volcánica y escoria de cobre en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.
2. Determinar la influencia de la aplicación de ceniza volcánica en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.
3. Determinar la influencia de la aplicación de escoria de cobre en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.

### **1.4 Justificación de la investigación.**

#### **1.4.1 Justificación Técnica.**

La justificación técnica del uso de ceniza volcánica y escoria de cobre en la producción de concreto se basa en la optimización de materiales para mejorar



propiedades como la resistencia y la durabilidad del concreto, sin comprometer su calidad. Además, busca desarrollar mezclas innovadoras que ofrezcan un mejor rendimiento y sean más económicas. Esta investigación también promueve la adaptabilidad a los recursos locales en Santa Lucía, fomentando el uso eficiente de materiales disponibles en la región.

#### **1.4.2 Justificación Social.**

Se enfoca en mejorar la calidad de vida al reducir los costos de construcción, permitiendo viviendas más asequibles y seguras. Además, fomenta el desarrollo económico local al crear oportunidades vinculadas a la producción y procesamiento de materiales como la ceniza volcánica y la escoria de cobre. Finalmente, contribuye a la formación de profesionales en la construcción e ingeniería al introducir tecnologías y enfoques sostenibles replicables en otras regiones.

#### **1.4.3 Justificación ambiental.**

Se centra en reducir el impacto ambiental al disminuir la huella de carbono mediante la inclusión del cemento por ceniza volcánica y escoria de cobre. Además, aprovecha estos residuos, evitando que se conviertan en pasivos ambientales. Finalmente, promueve la sostenibilidad en la construcción al explorar alternativas que minimicen el consumo de recursos no renovables y la generación de residuos, en línea con la lucha contra el cambio climático.

### **1.5 Hipótesis de la Investigación.**

#### **1.5.1 Hipótesis General.**

Las propiedades de un concreto convencional se optimizarán con la aplicación de ceniza volcánica y escoria de cobre en el distrito de Santa Lucía.



## 1.5.2 *Hipótesis Específicas.*

1. El efecto de la incorporación de ceniza volcánica y escoria de cobre mejorará la consistencia de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.
2. La influencia de la aplicación de ceniza volcánica incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.
3. La influencia de la aplicación de escoria de cobre incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 *Variable Independiente.*

Concreto convencional

#### Indicadores:

- Ceniza volcánica
- Escoria de cobre

### 1.6.2 *Variable Dependiente*

Propiedades del concreto convencional

#### Indicadores:

- Consistencia
- Esfuerzo a compresión.

## 1.7 Operacionalización de Variables.

Se exhibe la operación de variables.



**Tabla 1**

*Especificación de variables.*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
Concreto convencional	El concreto estándar utilizado en construcción está compuesto por cemento, material (arena y grava) y agua, siguiendo prácticas y especificaciones de la industria.	Proporciones	Ceniza volcánica  Escoria de cobre	Ficha de toma de datos
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
Propiedades físico - mecánicas	Las cualidades del concreto se reflejan en sus influencias del concreto en su estado fresco y sólido.	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	Consistencia  Esfuerzo a compresión	Equipos de laboratorio



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

(Aparicio López, 2014) en su estudio "Uso de material reciclado de la industria del cobre en la producción de concreto". Para determinar si sería posible o no utilizar escorias de cobre en la construcción de hormigón, se llevó a cabo una investigación basada en los resultados de un estudio de investigación. Los agregados y las escorias de cobre se sometieron a una caracterización para lograr este objetivo. Con el fin de identificar las cantidades de agregados que darían como resultado una reducción en el número de espacios vacíos, se combinaron escorias de cobre y agregados convencionales para lograr este objetivo específico. Se produjo un diseño para una mezcla de hormigón utilizando estas proporciones, lo que llevó a la creación de una cierta cantidad de cilindros de hormigón al final del proceso. A continuación, se evaluó y analizó la resistencia a la compresión y la velocidad del pulso de estos cilindros. Se demostró que la escoria de cobre puede sustituir al agregado fino convencional en un veinte por ciento, y los hormigones que se generaron alcanzaron los espesores aceptables. También se pudo determinar un vínculo entre la velocidad del pulso, el



módulo elástico y la resistencia a la compresión a partir de los datos experimentales mediante el uso de ecuaciones que se derivaron de los datos.

(Díaz Rosero, 2020) en su estudio "Valorización de escoria de cobre como puzolana y agregado fino en morteros". En el sector de la construcción, existe la necesidad de adoptar nuevos materiales debido a la mayor generación de residuos sólidos, lo que genera la necesidad de descubrir nuevas alternativas para su uso o disposición final. Por ello, existe la necesidad de innovar. Además, el sector de la construcción es uno de los más exigentes en cuanto a los recursos que requiere, y la producción de estos materiales resulta en enormes cantidades de contaminación causada por dióxido de carbono. Para el propósito de este estudio, se exploró la posibilidad de emplear la escoria de cobre secundaria (SCS) generada por BRONALCO LTDA como material puzolánico, la escoria de cobre fina (FCS) en la fabricación de cementos y la escoria de cobre gruesa (CCS) en el desarrollo de morteros. Los hallazgos de este estudio se presentaron en forma de un artículo de investigación con fines de difusión. La actividad puzolánica de la SCS se evalúa con el uso del índice, también conocido como IAR. Este examen se lleva a cabo de acuerdo con el enfoque que se describe en ASTM C 311. Se realizó un análisis de electrocardiograma (ECG) en morteros que contenían reemplazos parciales de arena que variaban de 12,5% a 18,75%, 25% a 31,25%, 37,5% a 43,75% a 50%. Se demostró que los morteros que se sustituyeron con ECG al 43% funcionaron mejor que la norma, con un aumento de su resistencia a la compresión de hasta un 15%. Se encontró que el ARQ para ECF fue del 67,37% después de 7 días y del 78,56% después de 28 días, lo que indica que satisface el umbral de resistencia. En la CE se realizó una investigación sobre los lixiviados de metales pesados Pb, Cu y Fe, así como de los morteros A37 y A43, con la ayuda de la EPA 1311. Como resultado del estudio, se descubrió que la CE tenía niveles significativos de lixiviado de plomo, con una concentración de 826 mg/L, y lixiviado de cobre, con una concentración de 55.958 mg/L, ambos por encima de los límites de la



norma de plomo: Por otro lado, los morteros con las designaciones A37 y A43 están sujetos a las restricciones impuestas por la norma A37 (Pb), que son 0,132 mg/L y 0,03 mg/L, respectivamente. 5 mg/L. Los hallazgos del examen de sulfuros, cloruros y sulfatos en los lixiviados utilizando la Norma Europea EN 12457 sugieren que las muestras ECG, MP y MA 43 se clasifican como material inerte. A esta conclusión se llegó con base en la información obtenida de la evaluación. Por otra parte, las muestras de ECF, CTO y MPU se categorizan como material no peligroso de acuerdo con la limitación de la norma que se utilizó. Con base en los datos que se obtuvieron, es claro que el material investigado tiene el potencial de ser utilizado como material puzolánico y agregado fino en mezclas de mortero sin producir problemas debido al riesgo de contaminación por lixiviados.

(Barrientos-Monsalve, 2020) en su artículo "Comportamiento del concreto ante la fibra y ceniza volcánica". Debido a que es de suma importancia realizar un seguimiento de los aportes realizados por este producto, el propósito de esta investigación fue examinar y contrastar las numerosas pruebas y estudios que se realizaron. El hormigón es un material que se utiliza ampliamente y ha creado perspectivas de progreso en todos los países del mundo. Como resultado, es de suma importancia monitorear y evaluar cuidadosamente los efectos que tienen los aportes de este producto. En las pruebas que se realizaron en el hormigón se utilizó una técnica conocida como descriptiva-interpretativa. Este enfoque estuvo respaldado por una investigación documental que se realizó en bases de datos como Scopus. Se realizaron experimentos con el propósito de integrar varios componentes en la mezcla de hormigón. Estos componentes incluían fibras de vidrio, fibras metálicas y ceniza volcánica. Estos hallazgos se generaron a partir del hecho de que los ensayos que se llevaron a cabo proporcionaron excelentes resultados al colocar fibras en la mezcla de hormigón. Este descubrimiento fue la base para las conclusiones de esta investigación. En consecuencia, la calidad total de las estructuras que se van a construir se incrementó como resultado de esta integración, lo que aumentó la resistencia a la tracción y redujo el agrietamiento. Estos componentes



estructurales han sido validados previamente mediante una variedad de técnicas científicas para su aplicación en una variedad de proyectos civiles, lo que ha mejorado la durabilidad de estas piezas estructurales y ha extendido su vida útil, agregando así valor a las mismas. Esto se indica y confirma con lo mencionado anteriormente.

(Molina Cuchiye, 2021) en su estudio "Análisis comparativo de las cenizas volcánicas provenientes de los volcanes Cotopaxi, Pululahua, Chalupas, Guagua Pichincha y Tungurahua para su uso en la fabricación de concreto". Utilizando las características descritas en la norma ASTM C618-19, el análisis se centrará en determinar si estas cenizas son adecuadas o no para su uso en hormigón. Para el propósito de esta evaluación, se realizarán análisis químicos y pruebas físicas de acuerdo con las pautas establecidas en la norma ASTM C311-18. Como resultado del estudio, es posible recopilar datos extensos sobre la composición química de nueve muestras diferentes de ceniza volcánica. La utilización de estos factores facilita la caracterización de las diferencias en el contenido de óxido, contenido de humedad, pérdida por ignición, álcalis disponibles y concentración de amoníaco de cada muestra. Además, al hacer uso de los datos obtenidos, es posible realizar una investigación sobre el comportamiento del hormigón cuando se sustituye un porcentaje particular de ceniza volcánica por cemento. Esta sustitución produce beneficios en términos de la composición química, así como una mejora en las características de las propiedades físicas. Como parte del experimento, se utilizaron varias pruebas físicas diferentes para investigar las características físicas de la ceniza volcánica. Estos ensayos consistieron en realizar pruebas de densidad sobre ceniza volcánica, creando cubos de mortero con un 20% de cemento reemplazado por ceniza volcánica y luego exponiendo los cubos de mortero a ensayos de compresión a los 28, 56 y 90 días. Además, se fabricaron barras de mortero con el mismo % de reemplazo para estimar la cantidad de retracción. Entre los resultados de los ensayos físicos que se realizaron para categorizar y evaluar la ceniza volcánica, se destaca el índice de actividad puzolánica. A los efectos de clasificar



la ceniza volcánica y determinar si es o no apta para su uso en la construcción de hormigón, este índice actúa como una variable. La capacidad y la velocidad a la que una puzolana interactúa con el hidróxido de calcio para formar compuestos cementantes se denomina índice de actividad puzolánica, que a veces se denomina grado de reactividad. Esta reacción conduce a la creación de compuestos que son estables y tienen características que incluyen cualidades insolubles.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales.**

(Antaurco Vega, 2019) en su estudio "Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019". Para llevar a cabo este experimento, se decidió que la mezcla de hormigón permeable se elaboraría utilizando un 10% de material fino y reemplazando el material fino con escoria de cobre. Esto se hizo con el fin de garantizar que el experimento fuera exitoso. Esta sustitución se llevó a cabo en tres cantidades distintas, a saber, veinticinco por ciento, cincuenta por ciento y cien por ciento del agregado fino total. El propósito de este experimento es determinar el efecto que tiene la escoria de cobre sobre la permeabilidad de la mezcla de hormigón. Para determinar la resistencia a la compresión de cada combinación que se pretendía, se produjo un total de treinta y seis muestras de prueba. En total, hay nueve muestras de una mezcla normal, nueve muestras de una mezcla que contiene un 25% de sustitución de escoria de cobre, nueve tubos de ensayo de una mezcla que contiene un 50% de sustitución de escoria de cobre y nueve tubos de ensayo que incluyen un 100% de sustitución de escoria de cobre. La escoria de cobre es la sustancia. Es la naturaleza dual de la investigación lo que la distingue de otros tipos de investigación, ya que incorpora aplicaciones y explicaciones. La metodología es cuantitativa y la experimentación se lleva a cabo de manera experimental. Como se mencionó anteriormente, el tamaño de la muestra consistió en un total de veintiséis tubos de ensayo. En el transcurso de esta investigación se utilizó un enfoque observacional. Mediante la utilización de una guía de observación y hojas técnicas obtenidas del



laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales, se tomaron y documentaron los datos. Finalmente, se utilizó la aplicación Excel para manejar todos los datos que se recopilaron. Se lograron características mejoradas como resultado del diseño de la mezcla para concreto permeable, que incluyó una resistencia a la compresión sugerida ( $f'c$ ) de 175 kg/cm<sup>2</sup> y un 20% de huecos. Los tubos de ensayo se dejaron curar durante un total de 28 días antes de alcanzar el nivel de resistencia necesario. La resistencia de las mezclas al 50% y al 100% se incrementó en un 0,70 por ciento y un 2,93 por ciento, respectivamente, mientras que la resistencia de la mezcla al 25%, por otro lado, se redujo en un 4,10 por ciento. En vista de lo anterior, es posible concluir que la mezcla con concepto permeable debe tener un porcentaje de reemplazo de agregado fino igual al cien por ciento. Además, de acuerdo con los criterios definidos por ACI 522R-10, la capacidad de drenaje de todas y cada una de las muestras se encuentra dentro del rango estándar de 0,14 a 1,22 cm/s.

(Cuba Astrulla & Humpire Viza, 2019) su tesis "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas para un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> usando cemento Yura tipo IP y cemento Wari tipo IP con la adición de escoria de cobre de la minera Southern Perú, para la ciudad de Arequipa", El cemento tipo IP de Yura y el tipo IP de Wari son los dos tipos de cemento que se utilizarán en esta investigación. El objetivo principal de este estudio es investigar las propiedades mecánicas de tres tipos distintos de cemento. Con el uso de escoria de cobre como aditivo, se verterá el hormigón con resistencias a la compresión de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>. El objetivo de este esfuerzo es determinar cuál de estas combinaciones de hormigón en particular dará como resultado el diseño más eficaz. Además, se produjeron dos variedades distintas de hormigón, cada una con resistencias a la compresión de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. El enfoque de diseño ACI 211 se utilizó en la preparación de un total de 480 muestras. Doscientas cuarenta de estas muestras se sometieron a pruebas de compresión, mientras que las doscientas cuarenta muestras



restantes se sometieron a pruebas de tensión. Los especímenes fueron examinados después de siete, catorce y veintiocho días de curado. Adicionalmente, luego de un tiempo de curado de 28 días, un total de 180 cubos de concreto y 36 vigas de concreto fueron sometidos a pruebas rigurosas. Hubo un total de diez diseños de mezcla, y cada tipo de cemento correspondió a uno de los cinco patrones que se utilizaron. El cien por ciento, diez por ciento, veinte por ciento, treinta por ciento y cuarenta por ciento del material fino fue destinado a ser reemplazado por escoria de cobre en los diseños. Se realizó un examen de las similitudes y diferencias entre los tipos de cemento IP Yura y Wari con el fin de analizar las diferencias. La cantera La Poderosa, que fue abastecida por Supermix S.A., fue la fuente tanto de los materiales finos como de los gruesos. Fue la empresa minera Southern Peru Copper Corporation la responsable de la adquisición de la escoria de cobre. En el laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Católica de Santa María, el procedimiento de vertido se realizó dentro de las instalaciones del laboratorio. Se realizaron varios experimentos sobre hormigón recién mezclado para analizar sus propiedades de asentamiento, peso unitario, temperatura y exudación utilizando una variedad de procedimientos de vertido. Se realizó una evaluación del análisis costo-beneficio de los diseños que se analizaron anteriormente, teniendo en cuenta el tipo de cemento, el porcentaje de escoria y la resistencia deseada del hormigón. Esto permitió evaluar la viabilidad de emplear este tipo particular de hormigón en una variedad de entornos, teniendo en cuenta una serie de factores diferentes a lo largo del proceso.

(Flores Gonzales & Fuentes Carranza, 2021) su estudio "Diseño de concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021" Se ha recomendado, sobre la base de los hallazgos de su investigación, que se utilice una adición con la intención de mejorar la permanencia del hormigón. La escoria de cobre, en particular, se incluirá en la mezcla dentro de un rango de proporciones diferentes. Como parte de este proyecto de investigación, se están



llevando a cabo pruebas y cuasi-experimentos para investigar los efectos de la integración de escoria de cobre en hormigón que tiene una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> como se describe en las especificaciones. Para determinar en qué medida esta adición puede mejorar la resistencia a la compresión del hormigón, el objetivo de este estudio es investigar el asunto. Se generaron veintisiete ejemplos utilizando adiciones de escoria de cobre de porcentajes variados (10%, 20% y 30%), mientras que se desarrollaron nueve muestras utilizando una composición de mezcla de hormigón convencional. Esta investigación incluyó la selección de treinta y seis muestras de hormigón en total. Después de terminar nuestra investigación, pudimos establecer que la resistencia típica del hormigón es de 238,0 kg/cm<sup>2</sup>, que es el valor estándar. Teniendo en cuenta los aumentos, se encontró que la resistencia fue de 236,8 kg/cm<sup>2</sup> cuando se añadió el 10% de CE, mientras que la resistencia fue de 269,2 kg/cm<sup>2</sup> cuando se incluyó el 20% de CE, y la resistencia fue de 272,5 kg/cm<sup>2</sup> cuando se incluyó el 30% de CE.

(Corimanya Beltran, 2023) en su tesis "Influencia de la ceniza volcánica en el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, de la Cantera la Poderosa, Arequipa, 2022". El objetivo de esta investigación es recabar información de este tipo para conocer el impacto que tiene la ceniza volcánica sobre el concreto de densidad 210 kilogramos por centímetro cuadrado. Una metodología aplicada, un diseño cuasi experimental, un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo son algunas de las características que se asocian a la técnica considerada. La empresa "CANTERA LA PODEROSA" de Uchumayo, ubicada en Arequipa, es la entidad encargada de suministrar los agregados que se utilizaron en la muestra. El costo de producción del concreto M3, la resistencia a la compresión y tracción, y la sustitución del cemento al 5, 10 y 15% por ceniza volcánica son factores que se toman en cuenta durante el análisis de la muestra. Se encontró que el costo de producción de un metro cúbico de concreto resultó en un ahorro máximo de S/ 28.33 al sustituir el veinte por ciento del material que se utilizó inicialmente. Luego de la adquisición de los hallazgos, se llegó a esta conclusión. Los resultados de la resistencia



a la compresión a los 28 días con un reemplazo óptimo del 5 y 10% dieron como resultado resistencias mayores que el diseño convencional. Esto fue así a pesar de que se utilizó el diseño habitual. Considerando que el reemplazo óptimo estaba entre el 5 y el 10%, esta era la situación. Esta resistencia en particular se midió en 252,27 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la otra resistencia fue exactamente 261,27 kg/cm<sup>2</sup> en comparación. De manera similar, los resultados de resistencia a la tracción que se obtuvieron fueron 24 kg/cm<sup>2</sup> y 26,33 kg/cm<sup>2</sup>, que fueron mayores que el diseño convencional con un reemplazo del 5 y 10% respectivamente. Estos resultados se obtuvieron de acuerdo con la afirmación anterior. El reemplazo del 25 y el 10 por ciento del diseño inicial dio como resultado la producción de estos resultados específicos. De acuerdo con este punto de vista, es factible demostrar a través del análisis estadístico que la ceniza volcánica no tiene ningún impacto en el costo de producción de un metro cúbico de concreto. Por otra parte, tiene una influencia sustancial en los resultados que se obtienen para las resistencias a tracción y a esfuerzo.

(Ugarte Davila, 2023) en su tesis "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico modificado con adición de ceniza volcánica extraída de diferentes fases de depósito de caída del volcán Huaynaputina, Moquegua, 2022". Para el objetivo de este estudio, se investigaron y evaluaron las propiedades mecánicas del concreto alterado por la incorporación de 10, 20 y 30 por ciento de cenizas coplinianas y vidrio. El concreto se produjo a partir de dos depósitos de precipitación separados que se crearon en el año 1600 d.C. como resultado de la erupción del volcán Huaynaputina. Para ello, se utilizó la siguiente estrategia: utilizando un método descriptivo-correlacional, un diseño experimental aleatorio con una estructura factorial 2x3 de series de tiempo múltiples y un grupo de control, el tipo de investigación que se aplica se decide según el objetivo que persigue. Además, se incluye un grupo de control en la investigación. Esta investigación cuenta con el respaldo de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y las normas creadas por la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM),



respectivamente. Para evaluar la resistencia a la compresión del material, se rompieron 84 especímenes cilíndricos de 15 centímetros por 30 centímetros. Para determinar la resistencia a la tracción, se rompieron 35 muestras cilíndricas de 30 centímetros por 15 centímetros. Finalmente, para medir la resistencia a la flexión, se rompieron siete muestras prismáticas de 15 centímetros por 15 centímetros. Después de un análisis exhaustivo, se descubrió que las propiedades mecánicas se ven afectadas de manera diferente por cada forma de ceniza. Esta fue la conclusión a la que se llegó después de un debate serio. A pesar de que se demostró que la ceniza cristalina era dañina, se descubrió que la ceniza copliniana era útil con una sustitución del 10%.

### **2.1.3 Antecedentes regionales.**

(Apaza Chayña, 2022) en su tesis "Influencia de la ceniza de totora y fibra de stipa ichu en las propiedades físicas - mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022". En esta investigación se evaluarán los efectos de las fibras de ceniza de carrizo y de stipa ichu sobre las propiedades físico-mecánicas del hormigón, cuya densidad es  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. El objetivo de esta investigación es identificar cómo estos dos tipos de fibras inciden en las propiedades del hormigón. En el proceso de diseño de la solución se utilizó la escala Celsius, junto con tres cantidades distintas de ceniza y fibras de carrizo. Las dosis de stipa ichu fueron las siguientes: 0,5% y 0,5%, 1,0% y 0,5%, y 1,5% y 0,5%, cada una en sus respectivas cantidades. Cada dosis se administró en las cantidades mencionadas anteriormente. En cuanto a la metodología, este estudio emplea un enfoque cuasi-experimental y hace uso de una técnica aplicada como base de operación. A lo largo de todo el procedimiento, el enfoque sigue una metodología cuantitativa y el grado de explicación es informativo. Se utilizará la observación directa para elegir la muestra, con especial atención a abordar las circunstancias más extraordinarias. Dentro de la muestra que se revisará para el control de calidad, habrá un total de setenta y dos briquetas y once vigas. La población consta de mil cuatrocientas diecisiete vigas además de once y dos briquetas. Se realizarán pruebas en la muestra. Como resultado de las



calidades físicas, se pueden atribuir los siguientes resultados: El C°P ha informado que la temperatura actual es de 14,2 grados Celsius. Esta es la temperatura que se encuentra actualmente. Hay un aumento del 2,11%, un aumento del 0,00% y un aumento del 2,82% que se puede observar que ocurre con las dosificaciones. Se estima que hay 21.143,64 kg de C°P por cada metro cúbico. El 0,96%, 1,04% y 1,44% de la cantidad total que se entregó se reduce como consecuencia de las dosificaciones, respectivamente. Hay una concentración del 1,5% en el aire dentro del rango de C°P. Se ha observado que las dosis han dado como resultado un crecimiento del 11,33%, 26,67% y 33,33% respectivamente. La resistencia a la compresión fue igual a 215,04 kg/cm<sup>2</sup> cuando se probó después de un período de 28 días. Se produjo una disminución del 3,62%, 11,15% y 14,94% como consecuencia de las dosis. Después de 28 días, la resistencia a la tracción se juzgó en 32,29 kg/cm<sup>2</sup>, según la evaluación. Se produjo una caída del 9,1%, 20,41% y 30,04% como consecuencia de las dosis, en ese orden particular. La resistencia a la flexión se juzgó en 30,34 kg/cm<sup>2</sup> después de que transcurriera un tiempo de 28 días. Tras la administración de una dosis compuesta por 0,50 % de CT y 0,50 % de FSI, se observa un aumento del 10,32 % en los resultados. Muestra una disminución del 7,61 % y una caída pronunciada del 15,19 %, respectivamente, cuando se yuxtapone con las dosis anteriores. Se observó un aumento del 10,32 % en la resistencia a la flexión del hormigón modelo como resultado de la adición de 0,50 % de CT y FSI a la mezcla, como lo demuestra el resultado del experimento actual. No es posible mejorar considerablemente las propiedades del hormigón incluyendo fibras de stipa ichu o ceniza de caña en la composición del hormigón.

(Jove Alvarez & Mamani Apaza, 2022) en su tesis "Adición de relave triturado no tóxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno, 2022". El objetivo principal del proyecto de investigación moderna fue aprovechar los relaves que se generaron como consecuencia del procedimiento de extracción de minerales que



se llevó a cabo en las afueras de Ollachea, que es una ciudad que se encuentra en la Región Puno. En lo que respecta a la fabricación de adoquines de concreto, el propósito de esta investigación es descubrir una solución al problema ambiental utilizando los relaves como un componente significativo y mezclándolos en la mezcla. Esto se logrará agregando relaves a la mezcla. En el laboratorio, se realizó un estudio experimental para determinar las cualidades mecánicas y físicas del concreto que contenía relaves mineros. Además, se realizó la investigación para determinar si el material era adecuado o no para el uso al que estaba destinado. Para llevar a cabo esta investigación, se utilizó un método tanto de naturaleza científica como experimental, y se eligió un enfoque comparativo y descriptivo como metodología de elección. La utilización de la dosis combinada, que incluyó la integración de relaves en las siguientes proporciones: 10%, 30%, 50% y 75%, dio como resultado la producción de un adoquín de concreto sólido. De la misma manera que en el caso anterior, las dosis se calcularon sin la adición de relaves, siendo éstos el punto de referencia principal. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión a intervalos de 28 días en un total de cuarenta y cinco adoquines, los cuales fueron examinados durante todo el proceso. Veintiocho días después, los resultados mostraron que el diseño promedio era satisfactorio, con una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de 380,28 kg/cm<sup>2</sup> cuando se aplicó 10% de relaves. Este fue el caso cuando se evaluó el diseño. Habían transcurrido veintiocho días desde que se había puesto en práctica el concepto cuando ocurrió este evento. El valor de  $f'c$  para adoquines tipo II es de 380 kg/cm<sup>2</sup>, que es el valor que se da de acuerdo con la norma NTP.399.611. Posteriormente, se construyeron quince adoquines de concreto, algunos de los cuales tenían la cantidad requerida de relaves agregados, mientras que otros no tenían relaves agregados bajo ninguna circunstancia. Después de eso, estos adoquines fueron examinados para una variedad de cualidades, incluyendo, entre otras, su densidad, fluctuación dimensional y capacidad de absorción de agua. En el siguiente paso, se llevó a cabo una investigación comparativa para analizar las diferencias en el precio unitario entre los adoquines normales y los adoquines que incorporan relaves.



Este estudio tomó en consideración las variaciones en los costos que están asociadas con cada tipo de adoquín. Se puede llegar a la conclusión de que la utilización de adoquines de concreto que incluyen diez por ciento de relaves no solo es financieramente posible sino también estructuralmente sólida.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Concreto**

En lo que se refiere a materiales de construcción, el hormigón, también llamado concreto en algunos lugares, es uno de los materiales más importantes y utilizados en el mundo. Debido a su adaptabilidad, durabilidad y capacidad para adaptarse a una amplia variedad de configuraciones y requisitos estructurales, ha ganado mucha popularidad.

El cemento Portland, el agua, el material a granel (algunos ejemplos incluyen arena) y el material grueso (algunos ejemplos incluyen grava o piedra triturada) son los cuatro componentes fundamentales que intervienen en la producción de hormigón. Cuando estos componentes se combinan, se crea una masa que, al verterse en moldes, puede adoptar casi cualquier forma que se requiera. Tan pronto como esta combinación se solidifica, se transforma en una sustancia que es robusta y duradera.

En un gran número de casos, se utilizan aditivos en la mezcla de hormigón. Estos aditivos pueden ser productos químicos o minerales que se agregan al hormigón para mejorar o cambiar cualidades específicas del mismo. Algunos ejemplos de estas características son la capacidad del hormigón para resistir el agua, su tiempo de fraguado (la cantidad de tiempo que tarda el hormigón en endurecerse) y su resistencia a los elementos climáticos adversos. ACI, que significa Instituto Americano del Hormigón Como resultado de las interacciones de hidratación química que tienen lugar entre el cemento y el agua, el hormigón es una sustancia artificial que gradualmente se vuelve más sustancial. Hay una serie de componentes que intervienen en su construcción, incluida una combinación consistente de agregados finos y gruesos, agua y cemento.



Edición 2018 del ACI. En consecuencia, esto indica que un proceso químico conocido como hidratación tiene lugar siempre que el cemento se combina con agua. Esta reacción es la que permite que la mezcla se endurezca y se vuelva extremadamente rígida.

Un especialista en TC llamado Paulo Helene (2015) define el hormigón como "un elemento que, cuando está fresco, puede moldearse para adoptar diversas formas y que, después del endurecimiento, es capaz de soportar cargas y tensiones". El hormigón puede moldearse para adoptar diversas formas. Esto resalta la capacidad del hormigón para ser trabajado mientras aún está fresco y su posterior capacidad para soportar peso y presión una vez que se ha endurecido. Uno de los mayores conocedores del hormigón, Adam Neville, lo describe como "una mezcla artificial de materia fina y gruesa, unida por cemento y agua, que se endurece y gana resistencia con el tiempo". El hormigón es una mezcla que genera el hombre y que se transforma de un estado blando a uno duro y resistente para poder ser utilizada en la construcción. Su definición pone de relieve este hecho.

El hormigón es un material vital en la industria de la construcción. Es capaz de adoptar una variedad de formas y adaptarse a una amplia gama de usos, incluyendo cimientos, pilares, pavimentos y puentes, entre otros elementos para la construcción. El hecho de que sea a la vez duradero y resistente lo convierte en un componente vital en la construcción de infraestructuras en todo el mundo.

### **2.2.1.1 Organizar del concreto**

#### **1. Según esfuerzo compresiva:**

##### **a) Concreto estándar:**

El hormigón estándar o convencional es muy común en la construcción debido a su versatilidad para adaptarse a múltiples usos. Compuesto por cemento, agua, agregados finos (como arena) y agregados gruesos (como grava o piedra triturada), este material se utiliza para construir diversas construcciones, incluidos edificios, puentes y pavimentos. Su diseño depende de los requisitos específicos del proyecto, tales como la



resistencia necesaria y la durabilidad. Este concreto se endurece a través de un proceso químico conocido como hidratación, donde el cemento y el agua reaccionan para formar una matriz rígida. Aunque es conocido por su resistencia y durabilidad, el concreto estándar también presenta limitaciones, como la susceptibilidad a fisuras debido a contracciones y expansiones térmicas, especialmente en condiciones ambientales extremas. Para mejorar sus características, se pueden adicionar aditivos que modifican propiedades como la trabajabilidad, resistencia al agua y durabilidad frente a agentes químicos. Esto permite que el concreto estándar sea más versátil y adecuado para un rango más amplio de aplicaciones, evolucionando hacia concretos especializados como los de alto rendimiento.

## **b) Concreto de alta resistencia**

El concreto de alta resistencia es una evolución del concreto convencional que se diseña para cumplir con exigencias estructurales más rigurosas. Su principal característica es su elevada resistencia a la compresión, lo que permite soportar cargas extremadamente pesadas. Se fabrica con una mezcla optimizada de materiales de alta calidad, como cementos especiales y agregados de mayor resistencia. Las propiedades mejoradas del concreto de alta resistencia lo hacen ideal para aplicaciones en estructuras que requieren un alto nivel de durabilidad, resistencia al desgaste y cargas sísmicas. Además, su alta densidad y baja porosidad lo protegen contra la infiltración de sustancias agresivas, como cloruros y sulfatos, lo que aumenta su vida útil en entornos corrosivos. Para garantizar su rendimiento, el proceso de producción del CAR exige un control de calidad minucioso, desde la selección de materiales hasta la mezcla y el curado. Se pueden añadir aditivos específicos para ajustar tiempos de fraguado y mejorar la trabajabilidad, lo que permite una mayor precisión en las obras.

## **2. Según la Creación:**

Concreto base: Se compone de cemento, agua y materiales finos y gruesos, proporcionando una mezcla estándar adecuada para una amplia gama de aplicaciones en la construcción.



**Concreto Ligero:** Utiliza agregados livianos, como arcilla expandida o perlita, para reducir la densidad del concreto. Esto lo hace ideal para aplicaciones donde el peso debe minimizarse, como en estructuras de techos o en edificaciones de gran altura.

**Concreto Pesado:** Se formula con agregados de alta densidad, como barita o magnetita, lo que aumenta su peso específico. Este tipo de concreto se emplea en aplicaciones donde se requiere protección contra radiación, como en instalaciones nucleares o laboratorios especializados.

### **3. Según el Método de Colocación:**

**Concreto Premezclado:** Este concreto se mezcla en plantas especializadas y se transporta al lugar de la obra en camiones mezcladores, garantizando una calidad constante en grandes volúmenes. Es ideal para proyectos que requieren eficiencia y precisión.

**Concreto In Situ:** Se mezcla y se coloca directamente en el lugar de construcción, lo que permite ajustes en la mezcla para condiciones locales específicas. Puede incluir el uso de bombeo para llegar a áreas de difícil acceso.

### **4. Según el Uso Específico:**

**Concreto Estructural:** Diseñado específicamente para soportar cargas estruct., columnas, vigas y losas, garantizando la estabilidad y seguridad de la construcción.

**Concreto Arquitectónico:** Se utiliza con fines estéticos, proporcionando acabados superficiales especiales que pueden incluir texturas, colores y formas personalizadas para proyectos arquitectónicos de alto valor visual.

**Concreto Prefabricado:** Fabricado en plantas y transportado en forma de elementos ya curados, listos para ser instalados en la obra. Es extenso utilizado en la construcción de puentes, elementos modulares y componentes repetitivos.

### **5. Según el Tiempo de Fraguado:**

**Concreto secado Rápido:** Se fórmula para solidarse rápidamente, lo que permite acelerar el proceso de construcción. Es útil en obras donde el tiempo es un factor crítico o en condiciones climáticas adversas.



Concreto de Fraguado Lento: Retrasa el endurecimiento, facilitando su colocación en grandes volúmenes o en obras con detalles complicados que requieren un tiempo adicional para el ajuste.

### 2.2.1.2 Propiedades físicas del concreto

Las propiedades físicas del concreto en estado fresco juegan un papel crucial en la calidad final del material después de su fraguado. Estas características determinan la facilidad de su colocación y la capacidad del concreto para mantener su integridad estructural.

**Trabajabilidad:** La facilidad con la que se puede trabajar y colocar el hormigón sin preocuparse por la segregación se denomina trabajabilidad. En aplicaciones complicadas, la trabajabilidad del hormigón es de suma importancia para un flujo adecuado en los moldes y alrededor de las armaduras.

**Consistencia:** Los métodos de prueba como la prueba del cono de Abrams determinan la consistencia del hormigón, que es un indicador de su fluidez cuando se mezclaba recientemente. Cuando el hormigón tiene la consistencia adecuada, se puede moldear y colocar fácilmente sin que quede demasiado acuoso o demasiado rígido.

**Asentamiento:** El asentamiento mide la deformación vertical del concreto bajo su propio peso después de ser desmoldeado de un cono de Abrams. Esta propiedad está estrechamente relacionada con la trabajabilidad y es un indicador importante de la calidad de la mezcla.

**Segregación:** La segregación ocurre cuando los componentes del concreto se separan, afectando la uniformidad del material. Esto puede resultar en puntos débiles en la estructura, por lo que se debe evitar con una correcta mezcla y proporción de los ingredientes.

**Exudación:** El agua asciende a la superficie del concreto fresco, lo que puede provocar defectos superficiales si no se controla adecuadamente. Un buen diseño de mezcla y una colocación adecuada pueden minimizar este fenómeno.

**Aireación:** La incorporación de aire en el concreto, a través de aditivos, ayuda a mejorar su resistencia periodos de congelación y deshielo, especialmente en climas fríos.

**Tiempo de Trabajabilidad:** Este periodo define cuánto tiempo el concreto permanece en un estado adecuado para ser trabajado antes de que comience su fraguado. Un tiempo de trabajabilidad controlado es esencial para asegurar una colocación eficiente y evitar defectos estructurales.

### Figura 1

*Consistencia.*



#### 2.2.1.3 Atributos mecánicos del concreto

Las propiedades mecánicas del concreto son fundamentales para evaluar su capacidad de resistir fuerzas externas y deformaciones bajo cargas, y por tanto, son críticas en el diseño y análisis de estructuras. Estas propiedades determinan el comportamiento del concreto en situaciones donde se requiere resistencia y durabilidad, garantizando que el material cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia en las construcciones.

#### Resistencia compresiva del Concreto



Es una cualidad mecánica más relevantes del concreto, ya que indica la capacidad del material para aguantar cargas axiales sin fallar. Esta propiedad se evalúa mediante ensayos de compresión, donde se aplican cargas de forma controlada sobre probetas de concreto cilíndricas o cúbicas hasta que el material colapsa. Los resultados de estas pruebas se expresan en unidades de presión, como megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). Según George F. Limbrunner (2012), reconocido ingeniero estructural, esfuerzo del concreto es clave en la concepción y diseño de estructuras de concreto.

El proceso para hallar la resistencia compresiva sigue protocolos normativos estrictos. Los ensayos se realizan en condiciones controladas de laboratorio y los resultados permiten establecer las capacidades máximas de carga del concreto en diversas aplicaciones, como en columnas, vigas y losas.

### **Factores que Afectan la Resistencia a la Compresión:**

**Relación Agua-Cemento (A/C):** La relación A/C es un factor crucial que influye directamente en la resistencia del concreto. A menor cantidad de agua en la mezcla, la resistencia tiende a aumentar, siempre y cuando la mezcla siga siendo trabajable. Una relación A/C baja produce un concreto más denso y fuerte, ya que disminuye la cantidad de poros en la matriz cementicia, mejorando la capacidad de resistir cargas.

**Calidad del Cemento:** La resistencia del concreto también depende de las propiedades químicas y físicas del cemento utilizado. El tipo de cemento (Portland, de alta resistencia temprana, etc.) y su marca juegan un papel importante. Cementos de mayor pureza y calidad garantizan un mejor desempeño mecánico del concreto, impactando positivamente su esfuerzo.

**Tipo y Cantidad de Agregado:** Los agregados, tanto finos (arena) como gruesos (grava), constituyen una porción significativa del volumen del concreto. La selección de agregados con propiedades mecánicas superiores y la proporción correcta de los mismos mejoran la resistencia del concreto. Los agregados deben estar libres de impurezas que podrían comprometer la calidad de la mezcla.

**Curado del Concreto:** El proceso de curado es esencial para el desarrollo de la resistencia del concreto. Este proceso implica mantener el concreto húmedo y a una temperatura adecuada durante las primeras semanas de fraguado para asegurar una hidratación completa del cemento. Un curado insuficiente puede llevar a una resistencia menor a la esperada y a un mayor riesgo de fisuración.

**Edad del Concreto:** La resistencia a la compresión del concreto aumenta con el tiempo debido a la continua hidratación del cemento. Normalmente, el concreto alcanza alrededor del 70% de su resistencia final a los 7 días y el 100% a los 28 días, aunque este proceso puede continuar durante meses o incluso años en condiciones ideales.

**Condiciones Amb. ( $T^{\circ}$  y Humedad):** La temperatura y la humedad ambiental influyen en la velocidad de reacción del cemento con el agua. Altas temperaturas pueden acelerar el fraguado, pero reducir la resistencia a largo plazo, mientras que bajas temperaturas pueden ralentizar el proceso de hidratación, lo que retrasa el desarrollo de la resistencia.

**Figura 2**

*Prueba de compresión.*





## 2.2.2 Cemento

Material aglutinante esencial en la construcción, empleado principalmente para fusionar y crear material superresistentes. Es uno de las piezas clave del concreto y el mortero, ambos fundamentales en la construcción de diversas estructuras. Su versatilidad y capacidad para endurecerse tras ser mezclado con agua lo convierten en un pilar de la ingeniería civil. El cemento se genera de la mezcla y cocción de materias primas como la caliza, arcilla, sílice, alúmina y óxido de hierro, generando un polvo fino que, al entrar en contacto con agua, reacciona químicamente para formar una masa sólida. Entre los tipos de cemento, el **Cemento Portland** es el más comúnmente utilizado.

### Principales atributos relacionado al Cemento:

- **Hidratación:** El cemento sufre una reacción química crítica con el agua para producir moléculas cristalinas, conocida como hidratación. Uno de los pasos más importantes para lograr que el hormigón sea resistente y duradero es dejar que el material se solidifique gradualmente. Una serie de variables, como la relación A/C, la temperatura y las circunstancias de curado, influyen en el proceso de hidratación en curso.
- **Fraguado:** El primer paso en el proceso de endurecimiento del cemento cuando se mezcla con agua es el fraguado. En este punto, la mezcla pasa de líquida a sólida, pero aún no ha alcanzado su consistencia final. Los aceleradores y retardadores pueden cambiar el tiempo de fraguado, aunque normalmente solo se necesitan unas pocas horas después de la mezcla para finalizar.
- **Endurecimiento:** A medida que pasa el tiempo, la combinación de cemento y agua se vuelve progresivamente más fuerte y duradera, un proceso conocido como endurecimiento. Dependiendo del tipo de cemento, las circunstancias de curado y otros elementos ambientales, el proceso de endurecimiento del hormigón puede tardar semanas o incluso meses, pero una vez que fragua, puede resistir pesos moderados.



- **Cementante:** Cuando se combina con otros ingredientes, el cemento forma un enlace fuerte que permite que el hormigón o mortero resista presiones una vez que se ha solidificado.
- **Fuerza compresiva:** Se utilice determinarán la resistencia de la mezcla de hormigón final. La capacidad del hormigón para soportar las tensiones de compresión requeridas para aplicaciones estructurales depende del uso de cemento de alta calidad en las proporciones adecuadas.
- **Tipos de Cemento:** existen diversos tipos de cemento que se adaptan a diferentes aplicaciones. Entre ellos se incluyen el **Cemento Portland de Alta Resistencia Inicial (HPR)**, que se utiliza en proyectos donde es crucial desarrollar rápidamente la resistencia, y el **Cemento Portland Resistente a los Sulfatos**, adecuado para entornos donde el concreto puede estar expuesto a condiciones químicamente agresivas.
- **Dosificación:** La dosificación del cemento es crucial para obtener las propiedades mecánicas y durables deseadas en el concreto o mortero. Una dosificación incorrecta puede resultar en una mezcla demasiado frágil o difícil de trabajar, afectando la durabilidad y resistencia del material final.

### 2.2.2.1 Cemento Portland:

Se utiliza ampliamente en la construcción. Este tipo de cemento fue desarrollado en el siglo XIX por el británico Joseph Aspdin, quien lo nombró así debido a su parecido con la piedra caliza de la isla de Portland, Inglaterra. un producto esencial en el concreto y se clasifica en varios tipos según sus propiedades específicas:

- **Tipo I (Normal):** Cemento para uso general, adecuado para la mayoría de las aplicaciones estructurales.
- **Tipo II (Moderado Calor de Hidratación):** Usado en construcciones donde se necesita un calor de hidratación moderado, como en grandes estructuras de concreto.



- **Tipo III (Alta esfuerzo Temprana):** Óptimo para aplicaciones donde se necesita una rápida ganancia de resistencia.
- **Tipo IV (Bajo Calor de Hidratación):** Utilizado en proyectos masivos donde se debe controlar el calor generado durante la hidratación.
- **Tipo V (Alta Resistencia a Sulfatos):** Utilizado en ambientes altamente agresivos, como en suelos y aguas ricas en sulfatos.

### 2.2.2.2 Proceso de creación del cemento

Consta de una serie de pasos fundamentales. A continuación, se describe el método general para fabricar cemento Portland:

**Sacar materia prima:** Las principales materias primas son la piedra caliza, la arcilla, el esquisto y el mineral de hierro. Estos materiales se extraen de canteras o minas, dependiendo de la ubicación de la planta de cemento.

**Trituración y Preparación de Materias Primas:** Los materiales extraídos se trituran en molinos para reducir su tamaño. Este proceso es crucial para garantizar una mezcla homogénea y para permitir una fácil manipulación de los materiales en las etapas posteriores.

**Molienda y Homogeneización:** Las materias primas trituradas se alimentan a molinos de bolas o molinos verticales, donde se muelen hasta obtener un polvo fino, conocido como harina cruda. Este material se mezcla de manera homogénea para asegurar la proporción correcta de los componentes.

**Cocción:** En un horno rotatorio a temperaturas que alcanzan los 1450°C. A estas temperaturas, se produce una serie de reacciones químicas que convierten la harina cruda en clínker, un material duro en forma de bolas que es el componente principal del cemento.

**Enfriamiento del Clínter:** Se enfría rápidamente para detener las reacciones químicas y evitar la formación de fases indeseadas que podrían afectar negativamente la calidad del cemento.

**Envasado:** Se guarda en silos antes de ser envasado en sacos o distribuido a granel. Este cemento en polvo está listo para su uso en la fabricación de concreto y mortero.

### 2.2.3 Agregados

Los agregados son materiales granulares esenciales en la fabricación de concreto y mortero, ya que proporcionan resistencia y durabilidad al producto final. Estos materiales, como arena, grava, grava triturada o escoria, ocupan la mayor parte del volumen del concreto y, junto con el cemento y el agua, forman una mezcla sólida utilizada en la construcción. La elección adecuada de materiales influye en las propiedades mecánicas, físicas y estéticas del concreto.

#### 2.2.3.1 Agregado grueso:

Entre los componentes más abundantes del hormigón se encuentra el material grueso, está formado mayor tamaño, como grava o piedra triturada. De él dependen tanto la resistencia mecánica como la estabilidad de la mezcla.

**Granulometría:** Elementos agregado grueso varían en tamaño, generalmente pasando por una malla de 3/8 pulgadas y reteniéndose en una malla de 3 pulgadas. La granulometría afecta tanto la trabajabilidad como la resistencia del concreto, y es crucial para una correcta compactación y distribución en la mezcla.

**Materiales:** La selección del material se basa en la disponibilidad local, las propiedades del agregado y las especificaciones del proyecto.

**Propiedades Físicas:** Debe tener resistencia a la compresión, baja absorción de agua y alta durabilidad.

**Volumen de Vacíos:** Agregado grueso (vacíos) influye en la cantidad cemento necesaria para llenar esos espacios, lo que afecta la trabajabilidad, densidad y resistencia del concreto.

**Usos:** El agregado grueso se utiliza en la construcción de edificios, puentes, pavimentos y otras estructuras donde se requiere resistencia y estabilidad a largo plazo.



**Normativas:** Los requisitos para el agregado grueso, como tamaño, forma y resistencia, están regulados por normativas y estándares internacionales o locales que garantizan la calidad y la consistencia del producto.

**Gradación:** Los tamaños de partículas en el agregado. Una buena gradación ayuda a mejorar la trabajabilidad y a maximizar la resistencia del concreto.

### 2.2.3.2 Agregado fino:

Este material rodea al agregado grueso y contribuye a las propiedades de trabajabilidad y acabado del concreto.

**Tamaño y Granulometría:** Las partículas del agregado fino pasan por una malla de 3/8 pulgadas. La granulometría influye en la densidad y en la cohesión de la mezcla, mejorando la trabajabilidad y minimizando los riesgos de segregación.

**Materiales:** Los agregados finos pueden ser arena natural, arena manufacturada (producto de la trituración de rocas) u otros materiales finos inertes, según la disponibilidad y las especificaciones del proyecto.

**Propiedades Físicas:** Cualidades como la forma, la textura superficial y la capacidad de absorción de agua son importantes para garantizar una buena calidad en el concreto. Estas características afectan la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto.

**Función en el Concreto:** El AF forma la matriz del concreto junto con el cemento y el agua, proporcionando cohesión y mejorando la calidad del acabado superficial.

**Usos:** Se utiliza en la fabricación de concreto para estructuras, pavimentos y morteros. También es esencial en aplicaciones como la colocación de ladrillos y bloques.

**Normativas:** Las normativas especifican los requisitos de tamaño, forma y limpieza del agregado fino para garantizar la calidad del concreto y su rendimiento en el tiempo.

### 2.2.3.3 Agregados según el lugar

Los agregados pueden clasificarse según su procedencia en dos grandes TIPOS: **naturales y artificiales.**



## 1. Agregados Naturales:

**Agregado de Río:** Proveniente de lechos de ríos, compuesto por grava y arena. Su uso es común en la fabricación de concreto y mortero debido a su fácil disponibilidad natural.

**Agregado de Cantera:** Extraído de canteras, contiene tanto arena como grava. Requiere de modedura y clasificación para adaptarse a las necesidades de construcción.

**Agregado de Mar:** Procedente de fuentes marinas. Su uso debe ser controlado debido a la presencia de sales que pueden causar corrosión.

## 2. Agregados Artificiales:

**Agregados Ligeros:** Se utilizan para fabricar concreto ligero y reducir la carga estructural.

**Agregados Reciclados:** Procedentes de la trituración de residuos de construcción y demolición, los agregados reciclados pueden reutilizarse en nuevas construcciones, promoviendo la sostenibilidad.

**Agregados Artificiales:** Materiales como vidrio reciclado o caucho triturado son utilizados en aplicaciones especiales del concreto.

### 2.2.3.4 Propiedades físicas del agregado

Los atributos físicos son determinantes en la calidad del concreto.

- **Tamaño de Partícula:** El TM y la gradación de las partículas determinan la trabajabilidad y densidad del concreto.
- **Forma y Textura:** La forma y textura de elmento afectan la trabajabilidad del concreto y la adherencia entre el cemento y el agregado.
- **Densidad y Peso Específico:** La densidad y el P.E. agregado influyen en la masa y en el volumen del concreto.
- **Porosidad y Absorción:** La porosidad afecta la cantidad de agua chupada por el agregado, influyendo en la durabilidad del concreto.



- **Limpieza y Contaminantes:** El agregado debe estar libre de materiales perjudiciales que puedan afectar la adherencia y resistencia del concreto.
- **Humedad:** El contenido de agua en el agregado influye en la cantidad de agua que se debe añadir a la mezcla de concreto.

### 2.2.3.5 Atributos mecánicos del agregado

Las cualidades mecánicas de los agregados determinan su comportamiento bajo carga.

- **Resistencia a la Compresión:** Algunos agregados tienen una resistencia compresiva intrínseca que mejora la resistencia global del concreto.
- **Resistencia a la Trituración:** Evalúa la aptitud del agregado para soportar cargas compresivas sin desintegrarse.
- **Tenacidad:** Indica la capacidad del agregado para absorber energía antes de fracturarse, lo que lo hace más resistente a impactos.
- **Dureza:** La dureza refleja la capacidad del agregado para resistir la abrasión y otros tipos de desgaste, lo que es crucial para su uso en pavimentos y estructuras sometidas a tráfico intenso.

### 2.2.4 Ceniza volcánica

La ceniza volcánica es una composición de partículas de roca y mineral muy finas, de menos de 2 milímetros de diámetro, eyectadas por un viento volcánico. Estas partículas pueden ser transportadas a grandes distancias por el viento y pueden afectar significativamente el ambiente en el que viven los seres vivos.

La ceniza volcánica es dura, abrasiva y insoluble en agua, lo que la hace difícil de limpiar y puede causar daños en los suelos y en los cultivos. Además, contiene una gama de elementos potencialmente tóxicos, como azufre, aluminio y en ocasiones elementos radiactivos, que pueden ser puestos en libertad y estar en contacto con el agua.

El uso de la ceniza volcánica como material en la construcción es una oportunidad para las industrias dedicadas a esta función, ya que puede ser utilizada para fabricar cementos con un alto grado de resistencia. Sin embargo, su composición química varía dependiendo del tipo de erupción y puede contener sales solubles que pueden causar reacciones de corrosión de componentes metálicos.

En cuanto a la seguridad, es importante tomar medidas preventivas para protegerse de la caída de cenizas volcánicas. Estas medidas incluyen usar el agua con precaución, evitar limpiar la casa o las calles hasta que las autoridades lo permitan, y cubrir las rendijas de puertas y ventanas con trapos humedecidos. Además, es fundamental mantenerse informado sobre los informes oficiales sobre la actividad volcánica y seguir las instrucciones de las autoridades locales.

#### **2.2.4.1 Características de la ceniza volcánica**

La ceniza volcánica es un material compuesto por fragmentos de roca, cristales y vidrio que se generan durante una erupción volcánica. Algunas de sus características principales son:

- ❖ **Composición mineral:** La ceniza volcánica puede estar compuesta por una variedad de minerales dependiendo de la composición química del magma y de la roca que se fragmenta durante la erupción.
- ❖ **Tamaño de partículas:** Las partículas de ceniza varían en tamaño desde fragmentos microscópicos hasta fragmentos de varios centímetros de diámetro. Esto depende de la distancia desde el volcán, la fuerza de la erupción y la dinámica atmosférica.
- ❖ **Forma:** Las partículas de ceniza pueden ser angulosas o redondeadas, dependiendo de cómo se fragmenten las rocas durante la erupción y cómo interactúen con la atmósfera y otros materiales durante su transporte.
- ❖ **Color:** La ceniza volcánica puede tener diversos colores, desde blanco, gris y negro hasta tonos marrones y rojizos. Esto nuevamente depende de la composición química de los minerales presentes en la roca original.



- ❖ **Textura:** La textura de la ceniza volcánica puede variar desde muy fina y polvorienta hasta más gruesa y granulosa, dependiendo de la cantidad de gases atrapados en las partículas durante la erupción y del grado de compactación posterior.
- ❖ **Capacidad para dispersarse en la atmósfera:** La ceniza volcánica puede permanecer suspendida en la atmósfera durante períodos prolongados, lo que puede afectar la visibilidad y la calidad del aire en áreas afectadas. Esto puede representar riesgos para la aviación y la salud humana.
- ❖ **Impacto en el medio ambiente:** La ceniza volcánica puede tener efectos tanto positivos como negativos en el medio ambiente. Puede enriquecer el suelo con minerales, pero también puede afectar negativamente los cultivos, la vida acuática y la calidad del agua.

#### 2.2.4.2 Ceniza volcánica en el concreto

componente alternativo en la producción de concreto durante décadas. Algunas de las formas en que la ceniza volcánica puede afectar las cualidades del concreto incluyen:

- ❖ **Mejora de la trabajabilidad:** La ceniza volcánica finamente molida puede actuar como un agente reductor de agua, mejorando la trabajabilidad del concreto. Esto permite una mejor colocación y compactación del concreto fresco.
- ❖ **Reducción del calor de hidratación:** La adición de ceniza volcánica al concreto puede reducir la liberación de calor durante el proceso de hidratación del cemento, lo que ayuda a controlar la  $T^{\circ}$  del concreto durante el fraguado y el endurecimiento.
- ❖ **Mejora de la resistencia a la compresión:** En algunas condiciones, la ceniza volcánica puede aumentar la resistencia a la compresión del concreto. Esto se debe a la reacción puzolánica, en la que la ceniza reacciona con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento para formar compuestos adicionales de cemento.
- ❖ **Reducción de la contracción por secado:** La ceniza volcánica puede ayudar a reducir la contracción por secado del concreto, lo que ayuda su durabilidad y resistencia a la fisuración.



- ❖ Disminución de la permeabilidad: La adición de ceniza volcánica puede reducir la permeabilidad del concreto, lo que puede ayudar a protegerlo contra la infiltración de agua y productos químicos agresivos, mejorando así su durabilidad a largo plazo.
- ❖ Sostenibilidad: El uso de ceniza volcánica como un reemplazo parcial del cemento Portland en el concreto puede reducir la cantidad de cemento requerido, lo que a su vez puede disminuir las emisiones de dióxido de carbono asociadas en creación de pasta.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los efectos de la ceniza volcánica en las cualidades del concreto pueden variar dependiendo de factores como la composición química de la ceniza, la calidad del cemento utilizado y las condiciones de curado del concreto. Se deben realizar pruebas específicas para evaluar el impacto de la ceniza volcánica en una mezcla de concreto particular antes de su uso en aplicaciones estructurales.

### **2.2.5 Escoria de cobre**

La escoria de cobre es un material residual generado durante el proceso de refinación del cobre, que se obtiene a través de procesos pirometalúrgicos de minerales sulfurados de cobre. La escoria se forma a partir de los óxidos contenidos en la carga del horno y de los óxidos de hierro que se producen por la oxidación durante el procesamiento pirometalúrgico.

La composición química de la escoria de cobre varía dependiendo de la naturaleza de los minerales, de los concentrados, de los fundentes, de las condiciones de operación y otros factores. Sin embargo, los principales óxidos que se presentan en la escoria son:

- ❖ Óxido de hierro ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) de 30% a 40%
- ❖ Óxido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) de 35% a 40%
- ❖ Óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) hasta 10%
- ❖ Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) hasta 10%



La escoria de cobre se considera un pasivo ambiental minero y normalmente se deposita en vertederos sin tener un uso alternativo. Sin embargo, algunas investigaciones se han orientado a su aprovechamiento como material de construcción, como reemplazo parcial de agregados convencionales en mezclas asfálticas.

Además, la escoria de cobre tiene aplicaciones como materia prima para la producción del cemento, como adición en la ejecución del concreto, como material abrasivo para limpieza de superficies de acero, y como base granular en la construcción de caminos.

### **2.2.5.1 Características de la escoria de cobre**

Es subproducto de la fundición y refinación de minerales de cobre, y se forma durante el proceso de fusión del mineral en altos hornos o convertidores. Aquí tienes algunas de sus características principales:

**Composición química:** La composición de la escoria de cobre varía según la fuente del mineral y el proceso de fundición utilizado. Sin embargo, típicamente contiene óxidos de hierro, sílice, calcio, aluminio, magnesio y compuestos de azufre, además de óxidos de cobre.

**Color y apariencia:** La escoria de cobre puede tener una amplia gama de colores, desde negro hasta verde, dependiendo de su composición química y del proceso de enfriamiento. Suele tener una apariencia vítreo-metálica y una textura rugosa.

**Densidad:** La densidad de la escoria de cobre puede variar según su composición específica, pero generalmente es más ligera que el metal de cobre fundido, lo que facilita su separación durante el proceso de fundición.

**Propiedades físicas:** La escoria de cobre puede ser bastante dura y resistente, lo que la hace adecuada para su uso como material de construcción, agregado para pavimentación y en aplicaciones similares.

**Toxicidad:** La escoria de cobre puede contener trazas de metales pesados y compuestos tóxicos, especialmente si el mineral de cobre contiene impurezas nocivas.



Por lo tanto, su manejo y disposición deben realizarse de manera adecuada para evitar la contaminación ambiental.

**Reutilización:** Debido a su composición, la escoria de cobre puede ser reciclada y reutilizada en varios procesos industriales. Por ejemplo, se puede utilizar como material de construcción, en la fabricación de cemento y en la producción de vidrio.

**Impacto ambiental:** La gestión adecuada de la escoria de cobre es importante para minimizar su impacto ambiental negativo. Si no se maneja correctamente, puede contaminar el suelo y el agua con metales pesados y otros productos químicos tóxicos.

### 2.2.5.2 Escoria de cobre en el concreto

La escoria de cobre se puede utilizar como un agregado alternativo en la producción de concreto, ofreciendo algunas ventajas y consideraciones particulares:

- **Reducción de costos:** El uso de escoria de cobre como agregado en el concreto puede reducir los costos de producción, ya que puede ser más económica que otras alternativas, especialmente si está disponible localmente como un subproducto de procesos industriales cercanos.
- **Sostenibilidad:** Al emplear escoria de cobre como un material reciclado en el concreto, se contribuye a la sostenibilidad al reducir la cantidad de residuos industriales enviados a los vertederos y disminuir la demanda de recursos naturales.
- **Reducción de la contracción:** La escoria de cobre puede ayudar a reducir la contracción por secado del concreto, lo que puede mejorar su durabilidad y resistencia a la fisuración.
- **Potencial para mejorar la resistencia:** En algunos casos, la escoria de cobre puede contribuir a mejorar la resistencia a la compresión del concreto, especialmente cuando se utiliza como un susti parcial del agregado pétreo convencional.

Sin embargo, hay algunas consideraciones importantes a tener en cuenta al utilizar escoria de cobre en el concreto:



- ❖ Efecto en las propiedades del concreto: La inclusión de escoria de cobre puede afectar las propiedades del concreto, como la trabajabilidad, la resistencia, la permeabilidad y la durabilidad. Se necesitan pruebas y evaluaciones específicas para determinar cómo la escoria de cobre influirá en estas características.
- ❖ Contenido de metales: Es crucial asegurarse de que la escoria de cobre utilizada cumpla con los estándares de calidad y seguridad, especialmente en términos de su contenido de metales pesados y otros contaminantes. La presencia de estos elementos podría afectar adversamente la durabilidad y la calidad del concreto, así como representar riesgos ambientales y para la salud.
- ❖ Compatibilidad química: Se debe evaluar la compatibilidad química entre la escoria de cobre y otros materiales utilizados en la mezcla de concreto, como el cemento y los aditivos, para garantizar que no haya reacciones adversas que puedan comprometer la integridad estructural del concreto.

### 2.2.6 *Diseño de mezclas*

Para satisfacer las necesidades específicas de un proyecto de construcción, los diseñadores de mezclas de hormigón eligen metódicamente y equilibran con precisión los distintos componentes del hormigón (cemento, agua, áridos y aditivos). El objetivo del diseño de mezclas es crear hormigón con la combinación adecuada de propiedades para un determinado estilo de construcción, incluidas la resistencia, la trabajabilidad y la durabilidad necesarias. El uso de recursos se optimiza, los gastos se reducen y el hormigón rinde adecuadamente a lo largo del tiempo con un diseño de mezcla adecuado:

#### **PASOS GENERALES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS:**

**Establecer Requisitos:** El primer paso en el diseño de una mezcla de concreto es definir claramente las cualidades requeridas del material. Esto incluye determinar la **resistencia a compresiva** necesaria, la **durabilidad** frente a factores ambientales (como la exposición a ciclos de congelación y descongelación o a ambientes agresivos), y la



**trabajabilidad** que se requiere para la correcta colocación y consolidación del concreto. Estos requisitos dependen del tipo de estructura y de las condiciones del proyecto.

**Seleccionar Materiales:** Se debe elegir el tipo de cemento adecuado para la mezcla, dependiendo de las condiciones del proyecto (como el **Cemento Portland Tipo I** para aplicaciones generales o el **Cemento Portland Resistente a los Sulfatos** para ambientes agresivos). Además, se seleccionan los agregados gruesos y finos basándose en su calidad, tamaño, forma, textura y otras propiedades físicas. El agua utilizada también debe ser de buena calidad, libre de impurezas y sales que puedan perjudicar el desempeño del concreto.

**Determinar Relación Agua-Cemento (A/C):** La relación **agua-cemento** es uno de los factores más críticos en el diseño de mezclas, ya que afecta tanto la **resistencia** como la **durabilidad** del concreto. Una relación agua-cemento baja mejora la resistencia y reduce la permeabilidad, pero puede dificultar la trabajabilidad de la mezcla. Se deben buscar equilibrios adecuados entre resistencia y trabajabilidad.

**Calculo:** Las porciones de los agregados gruesos y finos se determinan basándose en factores como la **densidad aparente** de los agregados, la **absorción de agua** y la cantidad necesaria para lograr la trabajabilidad deseada. La **gradación** de los agregados (distribución de tamaños de partículas) es crucial para asegurar que la mezcla tenga suficiente cohesión y compacidad.

**Adición de Aditivos:** Los **aditivos** y **adiciones** pueden utilizarse para modificar las propiedades del concreto. Los aditivos como plastificantes, retardadores o aceleradores pueden ajustar la trabajabilidad y el tiempo de fraguado según las necesidades del proyecto. Las **adiciones** como la **ceniza volante**, la **escoria** o la **sílice activa** pueden mejorar la resistencia y durabilidad del concreto al reducir la cantidad de cemento necesario y mejorar la matriz cementicia.

**Realizar Pruebas de Laboratorio:** Debe producir muestras de concreto y probarlas en el laboratorio para ver cómo se comporta el diseño de la mezcla tanto en estado fresco como endurecido. Las pruebas de trabajabilidad evalúan el asentamiento,



la resistencia a la compresión mide la resistencia a la tracción y se miden otros parámetros mecánicos específicos del proyecto durante las pruebas.

### 2.2.6.1 Consideraciones Importantes:

**Durabilidad:** La durabilidad del concreto es su capacidad para resistir las condiciones ambientales adversas a las que puede estar expuesto durante su vida útil. Esto incluye la exposición a ciclos de congelación y descongelación, ataques químicos (como los sulfatos y cloruros), y otras formas de deterioro. Un concreto duradero prolonga la vida útil de la estructura y reduce los costos de mantenimiento.

**Trabajabilidad:** puede ser colocado, compactado y acabado en el sitio de construcción. La trabajabilidad adecuada asegura que el concreto pueda ser moldeado y distribuido de manera uniforme en los encofrados, y es influenciada por la cantidad de agua en la mezcla, la forma y tamaño de los agregados y la presencia de aditivos.

**Resistencia a la Compresión:** La resistencia a la compresión es la propiedad más importante del concreto en la mayoría de las aplicaciones estructurales. Esta propiedad se mide mediante ensayos a los 28 días de edad del concreto, y los valores se especifican según las necesidades estructurales del proyecto. Cumplir con los estándares de resistencia es vital para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras.

**Relación Agua-Cemento (A/C):** Una relación A/C más baja generalmente resulta en un concreto más resistente y duradero, pero puede afectar negativamente la trabajabilidad. Se deben realizar ajustes en la mezcla para mantener un equilibrio entre resistencia y trabajabilidad según los requisitos del proyecto.

**Curado:** ES esencial para permitir que se complete la hidratación del cemento, lo que garantiza que se alcance la resistencia y durabilidad deseadas. Mantener el concreto húmedo y protegido durante el período inicial de curado mejora sus propiedades a largo plazo.

**Mantenimiento de Registros:** Es fundamental llevar un registro detallado de todos los aspectos del diseño de mezcla, incluidas las porciones de materiales,



resultados de las pruebas y cualquier ajuste realizado. Estos registros son esenciales para el control de calidad, la verificación de cumplimiento con normativas y la resolución de posibles problemas durante la ejecución del proyecto.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Agregado**

Los ingredientes granulares que se combinan con agua y cemento para formar concreto se conocen como "agregados" en las industrias de la construcción y el concreto. Estos ingredientes pueden incluir arena, grava, escoria, piedra triturada, guijarros o piedra triturada. Alrededor del sesenta al setenta y cinco por ciento del hormigón está compuesto de agregados, que son los principales componentes responsables de la resistencia y longevidad del material.

### **2.3.2 Asentamiento**

La caída del hormigón recién mezclado es un indicador numérico de qué tan fluido o trabajable es el material. Es la medida precisa de la distancia vertical que cae cuesta abajo un trozo de concreto recién mezclado cuando se somete a su propio peso y gravedad después de la prueba de asentamiento y la remoción del cono de asentamiento. oscilación. El grado en que el concreto se deforma cuando se deja sin alterar en un recipiente y no se somete a presiones externas se conoce como asentamiento, en su forma más simple.

### **2.3.3 Cemento**

El cemento es una mezcla que se endurece con el tiempo al mezclarlo con agua y el aglutinante en polvo. El resultado final de este procedimiento, conocido como hidratación, es el hormigón, un material robusto y sólido. Uno de los ingredientes más



importantes de los materiales de construcción, el cemento también tiene varias aplicaciones no estructurales, como pavimentos y elementos decorativos.

### **2.3.4 Ceniza volcánica**

La ceniza que se deposita en el suelo después de una erupción volcánica está compuesta de fragmentos de roca, vidrio volcánico y cristales. Estos fragmentos, que se liberan como partículas finas, pueden variar en tamaño desde fragmentos extremadamente pequeños hasta enormes, del tamaño de una piedra.

### **2.3.5 Concreto**

En ingeniería civil y edificación estructural, el hormigón es un material que se utiliza ampliamente. Los componentes principales son agua, agregados (como arena y grava) y cemento. Además, a veces se pueden utilizar productos químicos o adiciones para mejorar cualidades específicas del hormigón.

### **2.3.6 Escoria de cobre**

Como subproducto de los procesos metalúrgicos empleados en los procesos de extracción y purificación del cobre, se crea escoria de cobre. Estos procesos incluyen calentar el mineral de cobre a temperaturas suficientemente altas en hornos u otros equipos de fusión para separar el metal de sus otros componentes.

### **2.3.7 Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión es la medida de cuánta presión puede resistir un determinado volumen de hormigón. Cuando el concreto ha endurecido durante al menos 28 días, generalmente se considera una cualidad importante.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la Investigación

Se refiere a la planificación o táctica desarrollada con el propósito de recopilar la información clave para responder a la pregunta de investigación; así, es importante seguir un proceso sistemático que garantice que el estudio proporcione resultados relevantes. (Hernandez & Baptista, 2014). La investigación será de tipo experimental, ya que se controlarán las variables mediante un grupo patrón y otros grupos con distintas composiciones en la mezcla, incluyendo ceniza volcánica y escoria de cobre.

#### 3.2 Método de la Investigación

Tamayo y Tamayo (2012) señalan que el método científico es un conjunto de procesos que permiten la formulación de dudas científicas y la validación de hipótesis y herramientas investigativas. La investigación propuesta adoptará un enfoque científico, centrado en la creación de conocimiento dentro del ámbito de las ciencias. Este método requiere seguir un proceso estructurado y secuencial para llegar a una conclusión.



### **3.3 Nivel y tipo de la investigación**

#### **3.3.1 Nivel de la Investigación**

Mario Bunge investigación aplicada. La investigación tiene el fin de "conocer", mientras aplicada tiene el fin de "mejorar". El enfoque del estudio propuesto es explicativo, ya que se centra en las variables involucradas y en la relación causal entre la aplicación de escoria de cobre y las modificaciones observadas en los grupos de control. La finalidad de esta investigación es evaluar cómo el uso de escoria de cobre, ya sea en la construcción u otros usos, puede generar efectos notables en los grupos de control, tales como la disminución del impacto ambiental al evitar su vertido en basureros.

#### **3.3.2 Tipo de la investigación**

Hernandez y Baptista (2014) la investigación aplicada es aquella que tiene como objetivo resolver problemas prácticos dentro de una disciplina del conocimiento. El enfoque del estudio propuesto es de tipo aplicado, ya que se basa en la implementación de métodos, procedimientos y procesos consecutivos para recopilar la información necesaria. Esto subraya que el estudio no gira en torno a la teoría o la descripción, sino que se centra en la aplicación práctica de la escoria de cobre para producir cambios y obtener resultados específicos en el ámbito de la construcción y más allá.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

Hernandez y Baptista (2014, p. 165) definen población como el conjunto de materias que divide las mismas características y de los cuales se obtendrá información. En este estudio, la población consistirá en concretos convencionales creados en el distrito de Santa Lucia.

### 3.4.2 Muestra

Se fragmenta en muestras más pequeñas, de las cuales se extraerá la información. Este subgrupo particular debe ser previamente delimitado e identificado, además de representar adecuadamente al conjunto de la población. (Hernandez & Baptista, 2014, p. 173). En este estudio, la población incluirá concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con diferentes porcentajes de ceniza volcánica y escoria de cobre.

### Figura 3

*Muestras a elaborarse.*

DESCRIPCIÓN	% DE ADICIÓN	CANT.	EDAD.
Concreto patrón	0%		
Concreto con ceniza volcánica	3%		
Concreto con ceniza volcánica	6%		
Concreto con ceniza volcánica	9%	15 briquetas	7, 14 y 28 días
Concreto con escoria de cobre	4%		
Concreto con escoria de cobre	8%		
Concreto con escoria de cobre	12%		

## 3.5 Técnicas e instrumentos de investigación

### 3.5.1 Técnicas de recolección.

Según Hernández y Duana (2020, p. 51), los procedimientos de investigación científica son las principales vías para recolectar resultados objetivos y verificables mediante el uso metódico de metodologías. "La observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas", lo que sugiere una estrategia rigurosa en la recolección de datos observables, según Hernández, Fernández y Baptista (2015). Este estudio utilizará el método observacional para evaluar los méritos y desventajas del reciclaje de desechos metálicos de proyectos



de construcción en concreto. El método proporcionará una evaluación precisa de la viabilidad técnica y económica de los desechos como adiciones al concreto. El uso de hojas de observación exhaustivas y formatos de campo estandarizados ayudará a capturar información pertinente de manera sistemática en cada etapa del estudio, asegurando una recolección de datos confiable y consistente.

### **3.5.2 Instrumentos de recolección.**

El objetivo principal de los instrumentos de investigación es recolectar datos empíricos mediante la medición exacta y objetiva de eventos. Para garantizar que los instrumentos de investigación sean precisos y consistentes en el contexto de un estudio en particular, es necesario validarlos antes de que puedan utilizarse para recolectar datos (Hernández & Duana, 2020, p. 52). La herramienta principal para la recolección de datos en este estudio será una guía de observación, con formatos complementarios para su uso en el laboratorio y en el campo. A través del uso de estas herramientas, podremos medir cuantitativamente y observar cualitativamente el comportamiento y las características del concreto que incorpora desechos metálicos provenientes de las obras. Además, se asegurará la precisión de las mediciones que reflejen los beneficios y desventajas de utilizar estos desechos en el concreto mediante una validación meticulosa de los instrumentos para asegurar la confiabilidad de los resultados.

## **3.6 Procedimiento para la recolección de datos**

### **3.6.1 Desarrollo de plan.**

#### **ETAPA I: RECOPIACIÓN DE DATOS**

Comienza con el examen del material perteneciente al tema de estudio, incluyendo el escrutinio de trabajos de tesis, artículos, libros y normas pertinentes que servirán como fundamento esencial para conducir la presente investigación.



## ETAPA II: ORIGEN Y LOCALIZACIÓN DE LOS COMPONENTES A INTEGRAR.

**Cantera de Isla:** La explotación de agregados se encuentra ubicada a una distancia total de 7.5 kilómetros de la ciudad de Juliaca, lo que implica un recorrido de aproximadamente 25 a 30 minutos desde el lado oeste. En este lugar, la extracción de agregados se realiza manualmente, con el apoyo de maquinarias, y se caracteriza por tener vegetación en sus alrededores, incluyendo paja y pasto, que es aprovechado por la ganadería local.

**Ceniza volcánica:** La ceniza volcánica es dura, abrasiva y insoluble en agua, lo que la hace difícil de limpiar y puede causar daños en los suelos y en los cultivos<sup>1</sup>. Además, contiene una gama de elementos potencialmente tóxicos, como azufre, aluminio y en ocasiones elementos radiactivos, que pueden ser puestos en libertad y estar en contacto con el agua.

**Escoria de cobre:** La escoria de cobre es una materia residual generado durante el proceso de refinación del cobre, que se obtiene a través de procesos piro metalúrgicos de minerales sulfurados de cobre. La escoria se forma a partir de los óxidos contenidos en la carga del horno y de los óxidos de hierro que se producen por la oxidación durante el procesamiento pirometalúrgico.

## ETAPA III: CUALIDADES DE AGREGADOS

### Ensayos para los agregados

**Determinación del porcentaje de humedad** La fórmula para calcular el % de humedad de los agregados es la siguiente:

$$\% \text{Humedad} = \frac{W_w}{W_g} \times 100$$

**Análisis granulométrico:** Este proceso es esencial para evaluar la composición del agregado y su adecuación para diferentes usos en el concreto.



**Determinación del módulo de finura** El módulo de finura se calcula sumando el porcentaje acumulado de material que pasa por un conjunto de mallas estandarizadas, dividido entre 100. Para una combinación de agregados finos y gruesos, el módulo de finura combinado  $m_c$  puede obtenerse mediante la fórmula:

$$m_c = r_f \times m_f + r_g \times m_g$$

**Determinación del peso específico y absorción:** El porcentaje de absorción de los agregados se determina mediante:

$$\% \text{Absorción} = \frac{A}{B - C} \times 100$$

**Determinación del P.U.S.** El peso unitario suelto P.U.S. de un agregado se calcula mediante la fórmula:

$$P.U.S. = \frac{P \text{ suelo}}{V \text{ recipiente}}$$

**Determinación del P.U.C.** El peso unitario compactado P.U.C. se determina mediante la fórmula:

$$P.U.C. = \frac{P \text{ agregado}}{V \text{ recipiente}}$$

#### ETAPA IV: DISEÑO DE MEZCLAS

El método ACI 211 es un proceso estructurado y secuencial que permite diseñar mezclas de concreto optimizando sus propiedades de acuerdo a las necesidades específicas del proyecto. Este método incluye los siguientes pasos clave.

**Selección de los ingredientes apropiados:** Los ingredientes básicos para el concreto incluyen cemento, agregados (fino y grueso), agua y aditivos. Es crucial seleccionar materiales de alta calidad, adaptados a las necesidades de la mezcla, para garantizar la durabilidad y resistencia del concreto final.

**Determinación de las cantidades relativas de los materiales (proporcionamiento):** El proporcionamiento de los ingredientes busca obtener una



mezcla que sea lo más económica posible, manteniendo las propiedades deseadas, como trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad. La correcta proporción entre los materiales es esencial para lograr los objetivos estructurales y económicos del proyecto.

**Base empírica del diseño:** Aunque el diseño de mezclas ha sido objeto de numerosos estudios teóricos, su aplicación práctica sigue siendo predominantemente empírica. La mayoría de los métodos se centran en alcanzar una resistencia a la compresión específica a una cierta edad del concreto y en mantener la trabajabilidad adecuada durante el proceso de colado.

**Selección del revenimiento:** El revenimiento es una medida de la consistencia y trabajabilidad de la mezcla. Si no se especifica un revenimiento exacto, se debe seleccionar un valor adecuado según las necesidades del proyecto, las condiciones de obra y los requisitos del elemento estructural.

**Selección del TM de aridos:** El tamaño máximo del agregado se elige en función de la economía y la consistencia con las dimensiones de los elementos estructurales. Generalmente, se recomienda utilizar el tamaño más grande disponible que cumpla con estas condiciones, ya incide en la trabajabilidad y la perculidad del concreto.

**Estimación del volumen de agua y aire:** La cantidad de agua y la inclusión de aire son factores críticos para lograr la trabajabilidad y la durabilidad de la mezcla. Se estima el volumen de agua mezclada y, cuando es necesario, el contenido de aire, especialmente en climas fríos o donde se requiere resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo.

**Elección de la relación (a/c):** Es fundamental para supervisar la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto. Un incremento en el contenido de agua aumenta la trabajabilidad, pero disminuye la resistencia; por lo tanto, esta relación debe ser cuidadosamente ajustada de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

**Cálculo del contenido de cemento:** El contenido de cemento se determina en función de la relación A/C seleccionada, considerando los requisitos de resistencia,



durabilidad y trabajabilidad. La cantidad de cemento utilizada también impacta directamente en el costo de la mezcla.

**Estimación del contenido de agregado grueso:** El contenido de agregado grueso se estima considerando el volumen total de la mezcla, la densidad del material y las propiedades mecánicas que se desean obtener. El uso de agregados gruesos bien proporcionados mejora la resistencia del concreto.

**Estimación del contenido de agregado fino:** El agregado fino (arena) se añade en porción al agregado grueso para llenar los espacios vacíos y asegurar la cohesión de la mezcla. Su contenido se calcula considerando las propiedades de los otros materiales y el revenimiento deseado.

**Ajuste de la humedad del agregado y cantidad de agua mezclada:** Es necesario ajustar la porción de elemento en función del contenido de humedad presente en los agregados. El ajuste garantiza que abastes de agua añadida a la mezcla sea correcta y no afecte negativamente la resistencia o trabajabilidad del concreto.

## ETAPA V: RESISTENCIA A LA COMPRESION

Durante la fase de diseño de muchos proyectos de construcción, se utiliza la prueba antes mencionada para evaluar las características de rendimiento del hormigón. Es una práctica habitual medir la resistencia compresiva del hormigón utilizando muestras cilíndricas.

La fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}; A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

**Dónde:**

f'c: Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

P: Carga de rotura (kg).

φ: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

A: Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>).

**Figura 4**

*Maquina compresiva*



### **3.7 Análisis de datos**

Los datos serán procesados y evaluados con la ayuda de una variedad de herramientas, que incluyen tablas, gráficos y cálculos estadísticos, entre otros. Para lograr los hallazgos, realizaremos experimentos, siguiendo procesos confiables que permitirán la recopilación de datos de manera lógica y precisa.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados.

Los hallazgos de las pruebas que se realizaron de las materias gruesos y finos que se adquirieron de la cantera Isla se presentan en las tablas que se presentan una debajo de la otra.

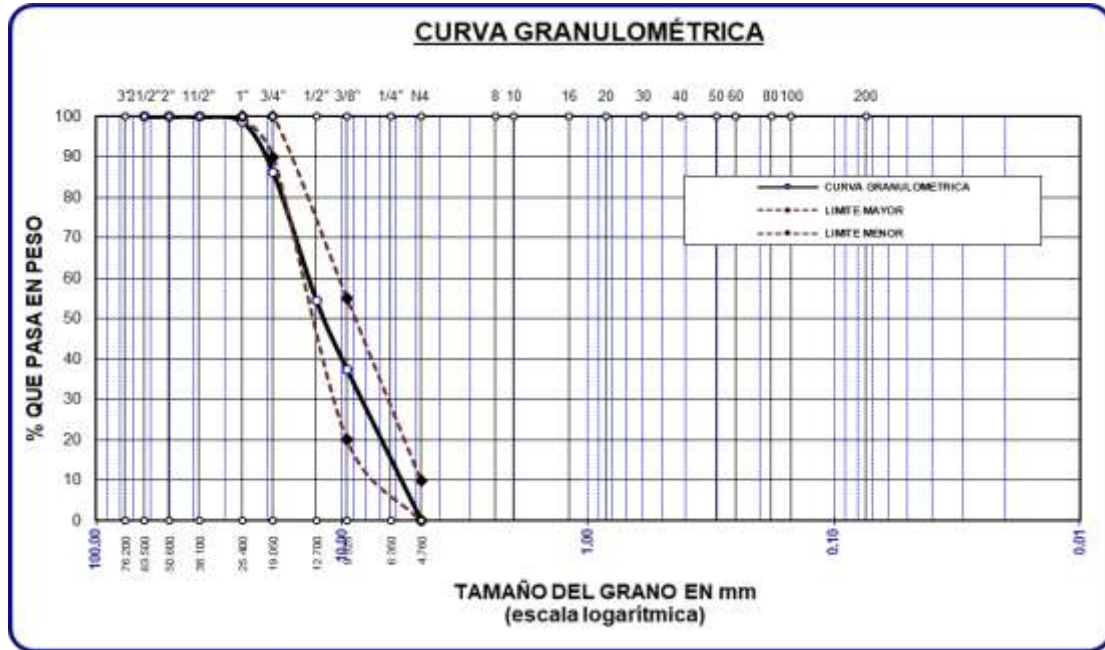
**Tabla 2**

*Granulometría del agregado grueso*

M.	P. RET.	%RET. PARC.	%RET. ACUM	% PASA	ESPECIF.
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	45.00	1.29	1.29	98.71	100 %
3/4"	432.00	12.34	13.63	86.37	90 - 100 %
1/2"	1115.00	31.86	45.49	54.51	
3/8"	601.00	17.17	62.66	37.34	20 - 55 %
1/4"					
No4	1307.00	37.34	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE	0.00	0.00	0.00	100.0	0.0
TOTAL	3500.00	3500.00	100.00		
% PÉRDIDA	0.00	0.00			

**Figura 5**

Curva grueso



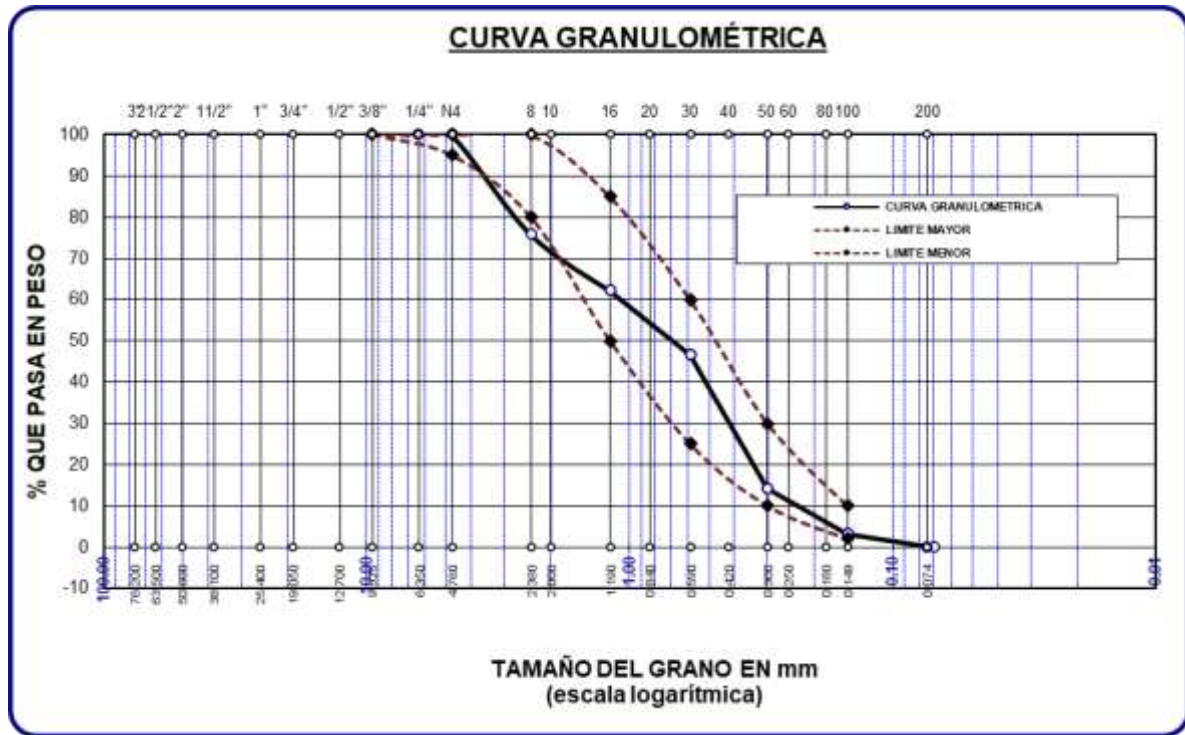
**Tabla 3**

Análisis granulométrico del agregado fino

M.	P.	%	%RET.	%	ESPECIF.
	RET.	RET.	ACUM.	PASA	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	120.32	24.06	24.06	75.94	80 - 100 %
No10					
No16	68.55	13.71	37.77	62.23	50 - 85 %
No20					
No30	77.25	15.45	53.22	46.78	25 - 60 %
No40					
No 50	162.25	32.45	85.67	14.33	10 - 30 %
No60					
No80					
No100	55.25	11.05	96.72	3.28	2-10%
No200	16.38	3.28	100.00	0.00	
BASE	0.00	0.00	0.00	100	0.00
TOTAL	500.00	500.00	100.00		
% PÉRDIDA	0.00	0.00			

Figura 6

Curva Fino



M. fineza

$$MF = 2.97$$

CONTENIDO DE HUMED.

Tabla 4

% Humed. del agregado

PRUEBA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
Masa húmeda + taro	305.60	441.22
Masa seca + taro	290.23	426.36
P. tara	52.36	58.36
P. Masa húmeda	253.24	382.86
P. Masa seco	237.87	368.00
P. agua	15.37	14.86
% humedad	6.46	4.04



Los agregados naturales provenientes de la cantera Isla presentaron los siguientes contenidos de humedad: el agregado fino alcanzó un valor de 6.46%, mientras que el agregado grueso registró una humedad del 4.04%.

### ENSAYO P.E. AGREG.

(AGREG. FINO)

Datos:

❖ P. específico:

$$Pe = 2.52 \text{ gr/cm}^3$$

❖ Absorción:

$$Abs = 3.87\%$$

(AGREGADO GRUESO)

❖ P. específico:

$$Pe = 2.43 \text{ g/cm}^3$$

❖ Absorción:

$$Abs = 1.73\%$$

### PESO UNITARIOS SUELTOS:

Tabla 5

Peso unitario (suelto)

AGREG. FINO			
P. molde		5920 gr	
Vol. molde		2128 cm <sup>3</sup>	
Poner masa a molde		LIBRE	
P. molde + masa suelta	9286	9301	9292
Peso de la muestra suelta	3366	3381	3372
DMS	1.582	1.589	1.585
Promedio		1.585 gr/cm <sup>3</sup>	

Se exhibe el P.U.S del agregado fino, logrando un promedio de 1.585 gr/cm<sup>3</sup> a partir del análisis de tres muestras.



**Tabla 6**

*Peso unitario (suelto)*

AGREG. GRUESO			
P. molde		5920 gr	
Vol. molde		2128 cm <sup>3</sup>	
Poner masa a molde		LIBRE DESCENSO	
P. molde + masa suelta	11815	11835	11845
Peso de la muestra suelta	4710	4730	4740
DMS	1.453	1.459	1.463
Promedio		1.458 gr/cm <sup>3</sup>	

Se exhibe P.U.S del agregado grueso se calculó tres muestras, logrando una media de 1.458 gr/cm<sup>3</sup>.

## P. UNITARIOS COMPACTADOS

**Tabla 7**

*Peso unitario (Compactado)*

AGREG. FINO			
Pe. molde		5920 gr	
Vol. molde		2128 cm <sup>3</sup>	
Nº capas		3	
Nº golpes		25	
P. + m. compactada	9488.00 gr	9493.00 gr	9488.00 gr
P. m. compactada	3568.00 gr	3573.00 gr	3568.00 gr
DMMS	1.677 gr/cm <sup>3</sup>	1.679 gr/cm <sup>3</sup>	1.677 gr/cm <sup>3</sup>
Promedio		1.677 gr/cm <sup>3</sup>	

Se exhibe P.U.C del agregado grueso se analizó tres muestras, logrando una media de 1.677 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 8**

*Peso unitario (Compactado)*

AGREG. GRUESO			
Pe. molde		7105 gr	
Vol. molde		3241 cm <sup>3</sup>	
Nº capas		3	
Nº golpes		25	
P. + m. compactada	12235	12190	12230
P. m. compactada	5130	5085	5125
DMMS	1.583	1.569	1.581
Promedio		1.578 gr/cm <sup>3</sup>	

Se exhibe P.U.C del agregado grueso se analizó tres muestras, logrando una media de 1.578 gr/cm<sup>3</sup>.



**Tabla 9**

*Características de los agregados*

DESCRIP.	AGREG. GRUESO	AGREG. FINO
<b>P. especif.</b>	2.43	2.52
<b>Peso U. C.</b>	1578	1677
<b>Peso U. S.</b>	1458	1585
<b>Absorción</b>	1.73	2.67
<b>% de Humedad</b>	4.04	5.69
<b>Módulo de Fineza</b>	-	2.93

Se aprecia las cualidades que presenta los agregados naturales de la cantera isla, se observa que son variables.

**Tabla 10**

*Dosificación según diseño de mezclas*

ELEMENT.	PESO SECO	VOLUMEN SECO	PESO HÚMEDO	VOLUMEN HÚMEDO
<b>Cemento</b>	373	1.00	373	1.00
<b>Agua</b>	205	0.55	165	0.44
<b>Agreg. Grueso</b>	877	2.32	913	2.45
<b>Agreg. Fino</b>	704	1.89	806	2.16
<b>Aire</b>	2.0 %		2.0 %	

En la tabla se presentan las porciones según el diseño de mezclas para la elaboración de concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Las proporciones en volumen, basadas en peso húmedo, son 1.00: 0.44: 2.45: 2.16, correspondientes a cemento, agua, agregado grueso y fino, respectivamente.

**Tabla 11**

*Dosificación de la ceniza volcánica*

ELEMENT.	(Patrón)	(3%)	(6%)	(9%)
<b>Cemento (Kg)</b>	373	373	373	373
<b>Agua (Litros)</b>	165	165	165	165
<b>A. Grueso (Kg)</b>	913	913	913	913
<b>A. Fino (Kg)</b>	806	806	806	806
<b>Ceniza volcánica (Kg)</b>	0.00	11.19	22.38	33.57

Se presentan las dosificaciones empleadas para la elaboración de probetas de concreto convencional y de concreto con la adición de ceniza volcánica, utilizando proporciones variables ajustadas para los ensayos correspondientes.

**Tabla 12***Dosificación de escoria de cobre*

ELEMENT.	(Patrón)	(4%)	(8%)	(12%)
Cemento (Kg)	373	373	373	373
Agua (Litros)	165	165	165	165
A. Grueso (Kg)	913	913	913	913
A. Fino (Kg)	806	806	806	806
Escoria de cobre (Kg)	0.00	14.92	29.84	44.76

Se presentan las dosificaciones utilizadas para la elaboración de probetas de concreto convencional y de concreto con la adición de escoria de cobre, empleando proporciones variables para los ensayos correspondientes.

#### **4.1.1 Resultados referentes a la trabajabilidad del concreto fresco con la adición de escoria de cobre y ceniza volcánica.**

En esta sección, se muestran los resultados referentes a la trabajabilidad del concreto fresco modificado con la incorporación de escoria de cobre y ceniza volcánica, evaluados a través de ensayos específicos. Estos resultados permiten comparar el comportamiento del concreto frente a las variaciones en los materiales añadidos y su influencia en las cualidades de la mezcla en estado fresco.

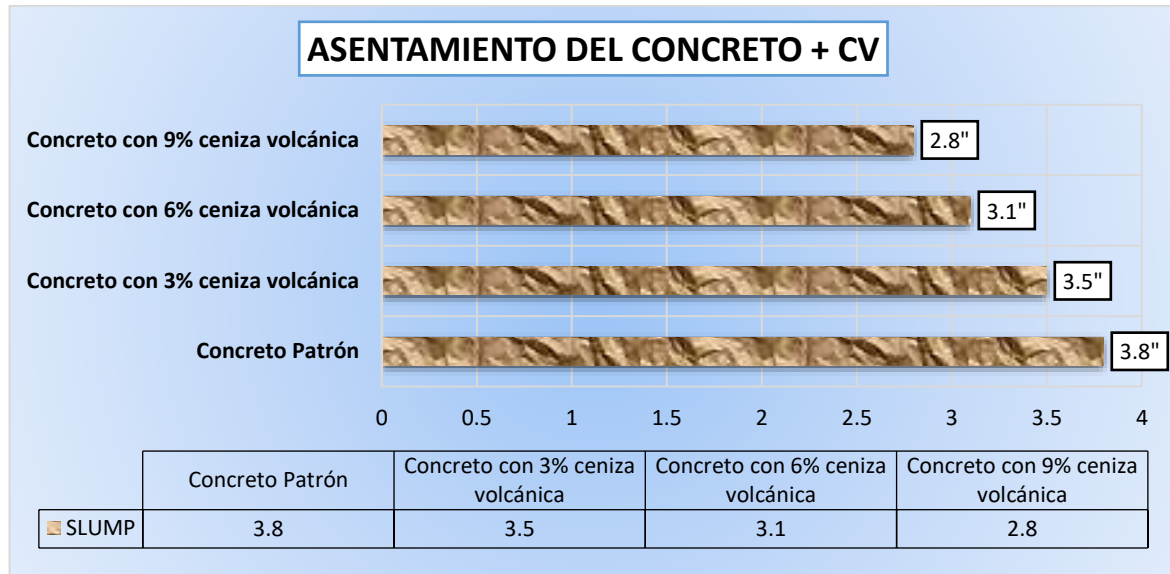
**Tabla 13***Asentamiento del concreto con el empleo de ceniza volcánica.*

TIPO	SLUMP	TRABAJABILIDAD
Concreto Patrón	3.8"	Trabajable
Concreto con 3% ceniza volcánica	3.5"	Trabajable
Concreto con 6% ceniza volcánica	3.1"	Trabajable
Concreto con 9% ceniza volcánica	2.8"	Poco Trabajable

La tabla 13 ilustra los resultados del (slump) del concreto con diferentes % de ceniza volcánica. El concreto base presenta consistencia de 3.8", mientras que el concreto con un mayor porcentaje de ceniza volcánica disminuye su asentamiento y su trabajabilidad, siendo "poco trabajable" a partir del 9% de ceniza volcánica.

**Figura 7**

*Comportamiento del asentamiento de concreto*



En la figura se aprecia la actitud del asentamiento del concreto + ceniza volcánica en proporciones variables, dando como resultados trabajables, teniendo a cuenta a media que se adición mayor proporción la consistencia es más seca debido a sus características del elemento.

**Tabla 14**

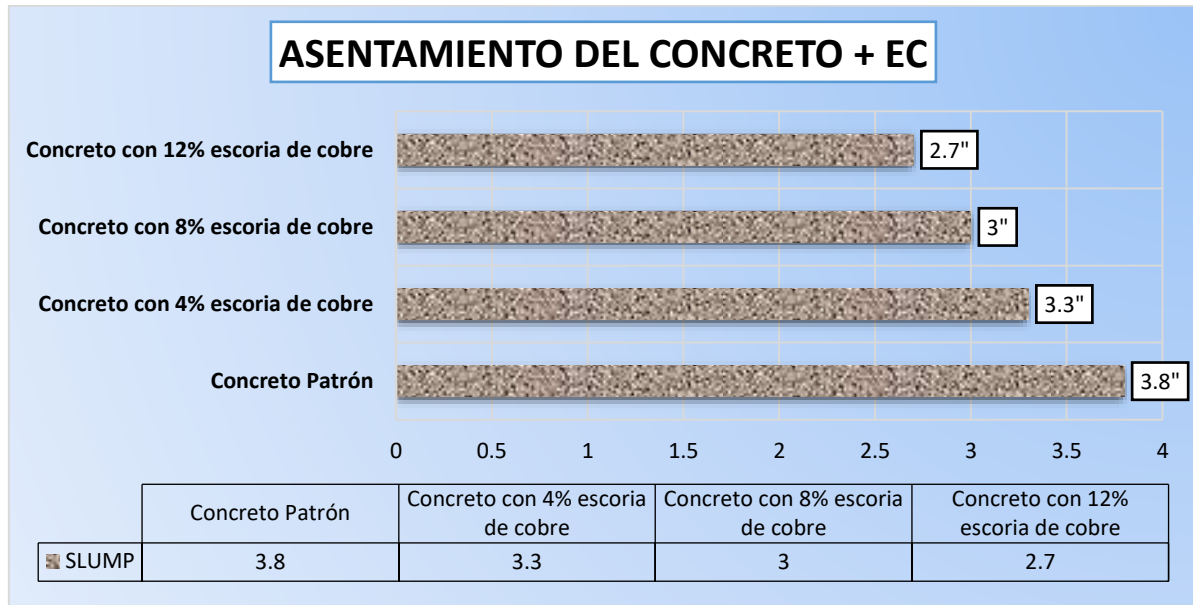
*Asentamiento del concreto con adición de escoria de cobre*

TIPO	SLUMP	TRABAJABILIDAD
Concreto Patrón	3.8"	Trabajable
Concreto con 4% escoria de cobre	3.3"	Trabajable
Concreto con 8% escoria de cobre	3"	Trabajable
Concreto con 12% escoria de cobre	2.7"	Poco Trabajable

La tabla 14 presenta los resultados del asentamiento (slump) y la trabajabilidad de diferentes tipos de concreto + escoria de cobre. A medida que se incrementa el % de escoria de cobre, el asentamiento disminuye, pasando de 3.8" en el concreto patrón a 2.7" en el concreto con 12% de escoria de cobre. La trabajabilidad es afectada, siendo "poco trabajable" en la mezcla con el mayor porcentaje de escoria.

**Figura 8**

*Comportamiento asentamiento de concreto*



En la figura exhibe la actitud de consistencia del concreto en estado fresco con el empleo de escoria de cobre en % variables, es variable con una tendencia a la baja de ser no trabajable, esto debido a mayor adición del elemento hace que se altere la muestra.

#### 4.1.2 Resultados sobre la resistencia a compresión del concreto convencional y con la adición de escoria de cobre y ceniza volcánica.

##### 4.1.2.1 Resistencia a la compresión del concreto muestra patrón

**Tabla 15**

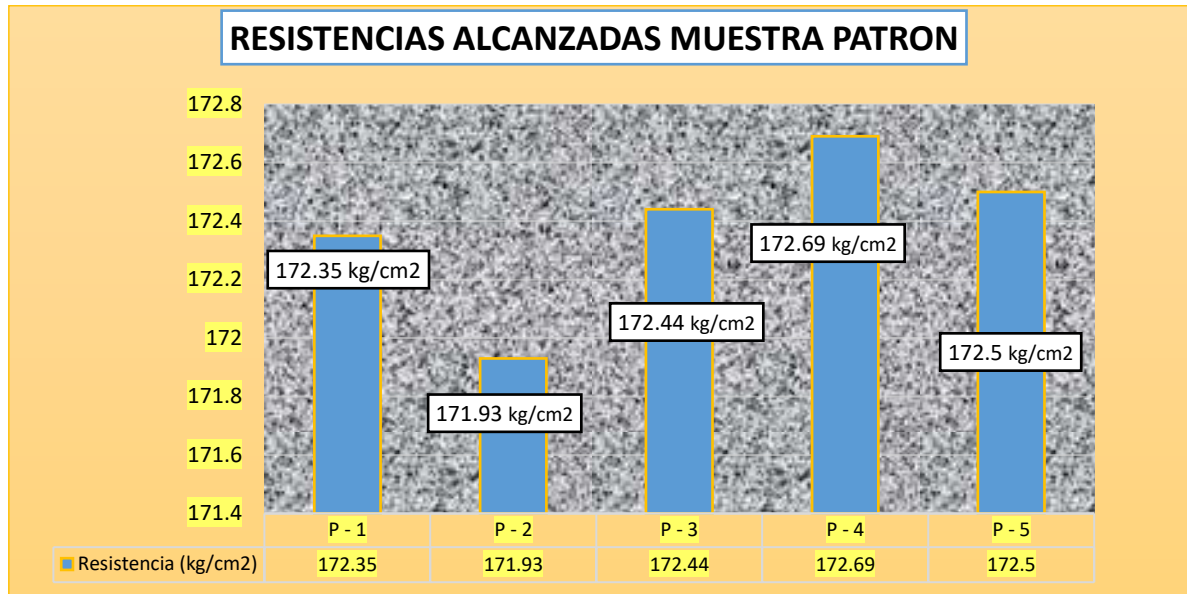
*Esfuerzo del concreto estándar durante 7 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	30376	172.35		
CILINDR. 2	30302	171.93		
CILINDR. 3	30513	172.44	7	172.38 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	30436	172.69		
CILINDR. 5	30402	172.50		

La tabla 15 muestra los resultados de resistencia del concreto estándar durante 7 días, evaluada a través de la carga y la ruptura en cinco cilindros. Las cargas varían ligeramente entre los cilindros, con valores de ruptura que oscilan entre 171.93 y 172.69 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia a la ruptura se calcula en 172.38 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 9**

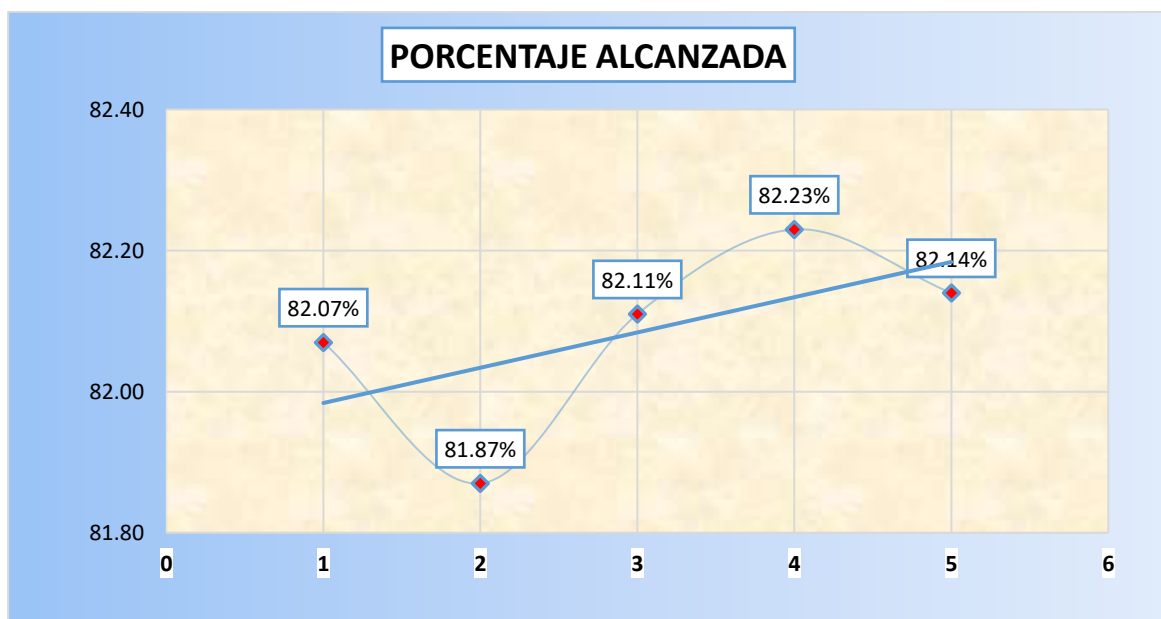
*Resistencia lograda durante 7 días, muestra estándar.*



La figura 9 muestra las resistencias logradas durante 7 días en cinco muestras de concreto patrón, con valores que varían entre 171.93 kg/cm<sup>2</sup> y 172.69 kg/cm<sup>2</sup>. La gráfica visualiza la consistencia de las resistencias alcanzadas. El valor promedio es cercano a 172.38 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 10**

*Porcentaje de resistencia lograda durante 7 días, muestra patrón.*



La figura 10 muestra el porcentaje de resistencia alcanzado a los 7 días para cinco muestras de concreto patrón, con valores que oscilan entre 81.87% y 82.23%. La tendencia general es ascendente, reflejando un incremento en el porcentaje de resistencia a medida que avanzan las muestras.

**Tabla 16**

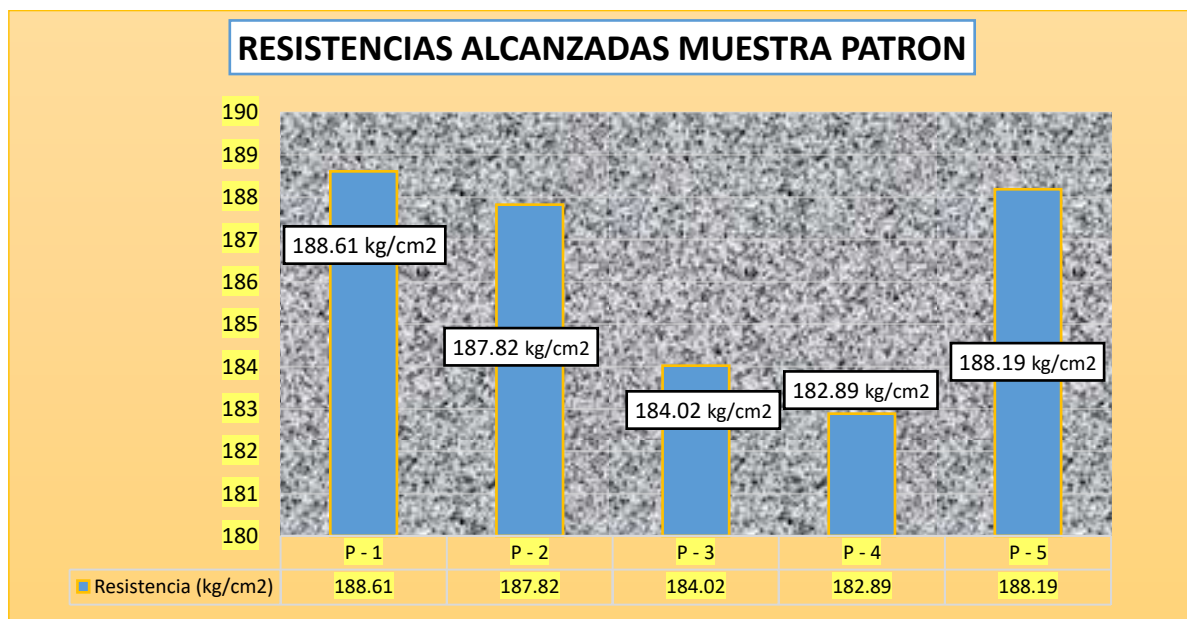
*Resistencia del concreto patrón durante 14 días.*

MUESTRA	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	33242	188.61		
CILINDR. 2	33102	187.82		
CILINDR. 3	32562	184.02	14	186.31 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	32362	182.89		
CILINDR. 5	33168	188.19		

La tabla 16 muestra la esfuerzo del concreto patrón durante 14 días, donde se observan las cargas y rupturas en cinco cilindros. Los valores de ruptura varían entre 182.89 y 188.61 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 186.31 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere una variabilidad mínima en la resistencia obtenida durante este periodo

**Figura 11**

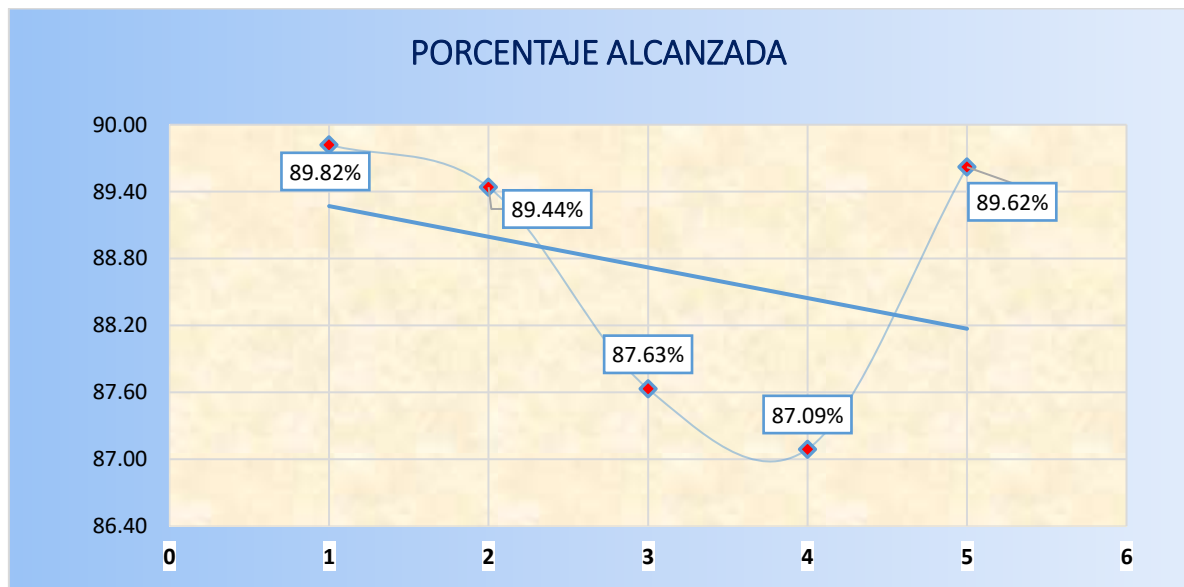
*Resistencia lograda durante 14 días, muestra patrón.*



La figura 11 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto patrón durante 14 días en cinco puntos de medición. Los valores varían entre 182.89 kg/cm<sup>2</sup> y 188.61 kg/cm<sup>2</sup>, con una ligera fluctuación en las resistencias logradas, lo que indica una buena uniformidad en los resultados obtenidos.

**Figura 12**

*Porcentaje de resistencia lograda durante 14 días, muestra estándar.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto patrón, producido con materiales naturales donde llega a un porcentaje de 88.72%, siendo este positivo.

**Tabla 17**

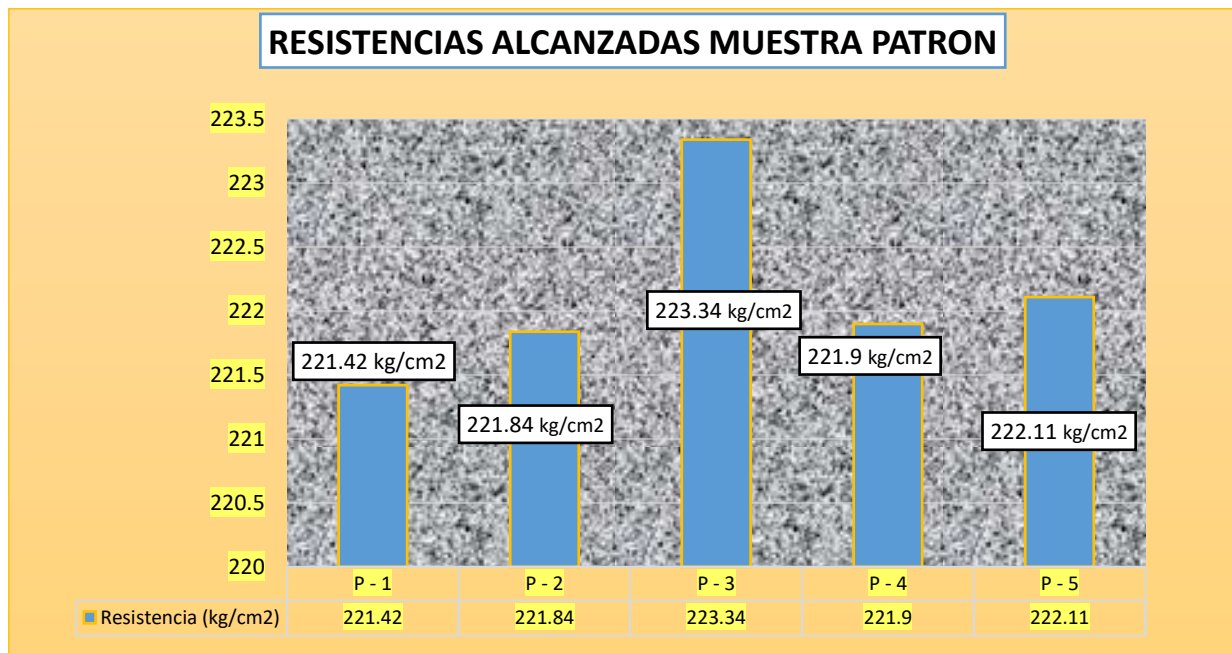
*Resistencia del concreto patrón durante 28 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	39181	221.42		
CILINDR. 2	39255	221.84		
CILINDR. 3	39362	223.34	28	222.12 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	39109	221.90		
CILINDR. 5	39303	222.11		

La tabla 17 presenta la resistencia del concreto patrón durante 28 días, con valores de ruptura que oscilan entre 221.42 y 223.34 kg/cm<sup>2</sup> en cinco cilindros. El promedio de resistencia a la ruptura se calcula en 222.12 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja una consistencia en los resultados obtenidos a esta edad del concreto.

**Figura 13**

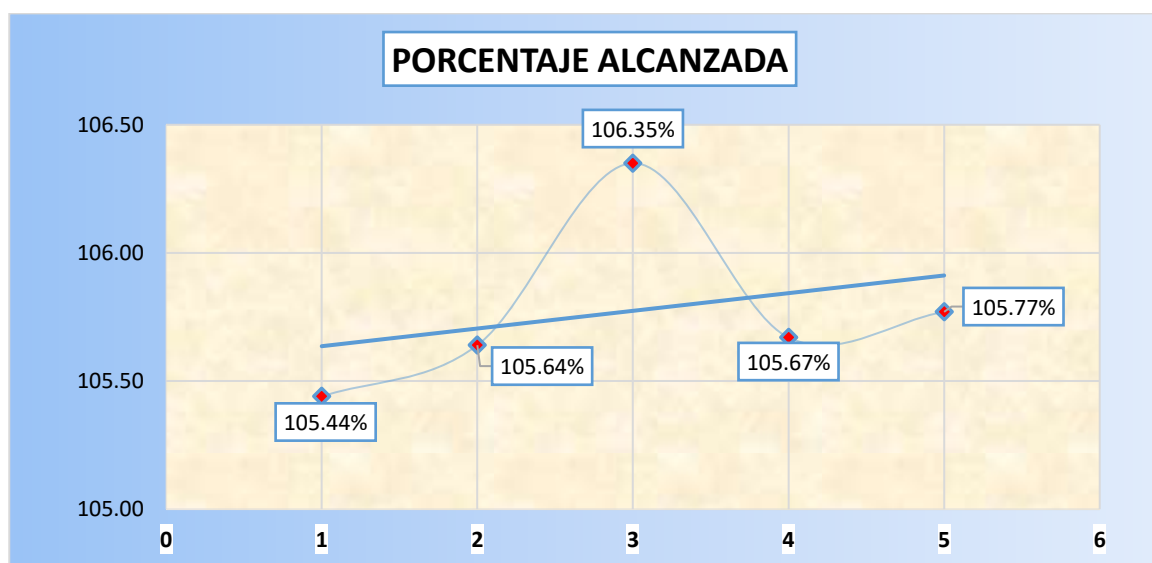
*Resistencia lograda durante 28 días, muestra patrón.*



La figura 13 muestra las resistencias logradas por el concreto base durante 28 días en cinco puntos de medición. Los valores varían entre 221.42 kg/cm<sup>2</sup> y 223.34 kg/cm<sup>2</sup>, con una ligera fluctuación en las resistencias logradas, lo que indica una buena uniformidad en los resultados obtenidos.

**Figura 14**

*Porcentaje logrado durante 28 días, muestra patrón.*



La figura 14 muestra el porcentaje de resistencia alcanzado por el concreto patrón a los 28 días, con valores que fluctúan entre 105.44% y 106.35%. La tendencia general es ascendente.

#### 4.1.2.2 Resistencia del concreto + ceniza volcánica.

**Tabla 18**

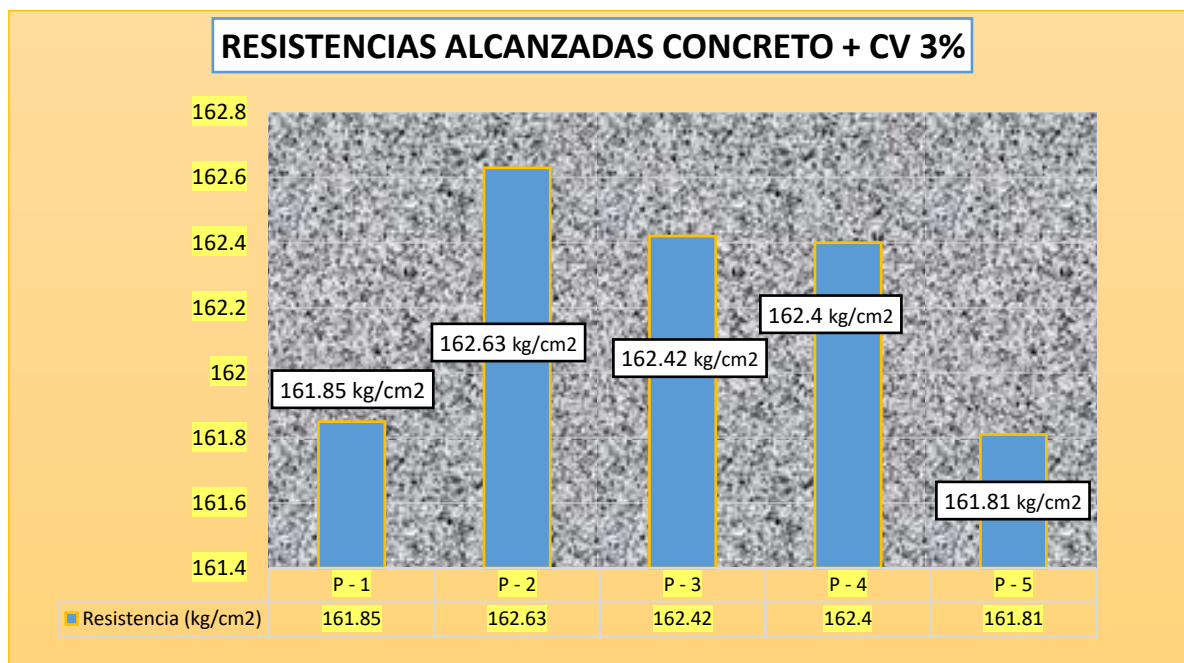
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 3%, durante 7 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	28639	161.85		
CILINDR. 2	28662	162.63		
CILINDR. 3	28625	162.42	7	162.22 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	28622	162.40		
CILINDR. 5	28633	161.81		

La tabla 18 muestra el esfuerzo del concreto + ceniza volcánica al 3% durante 7 días, con valores de ruptura que varían entre 161.81 y 162.63 kg/cm<sup>2</sup> en cinco cilindros. El promedio de resistencia es de 162.22 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja una ligera variabilidad en los resultados obtenidos en este periodo.

**Figura 15**

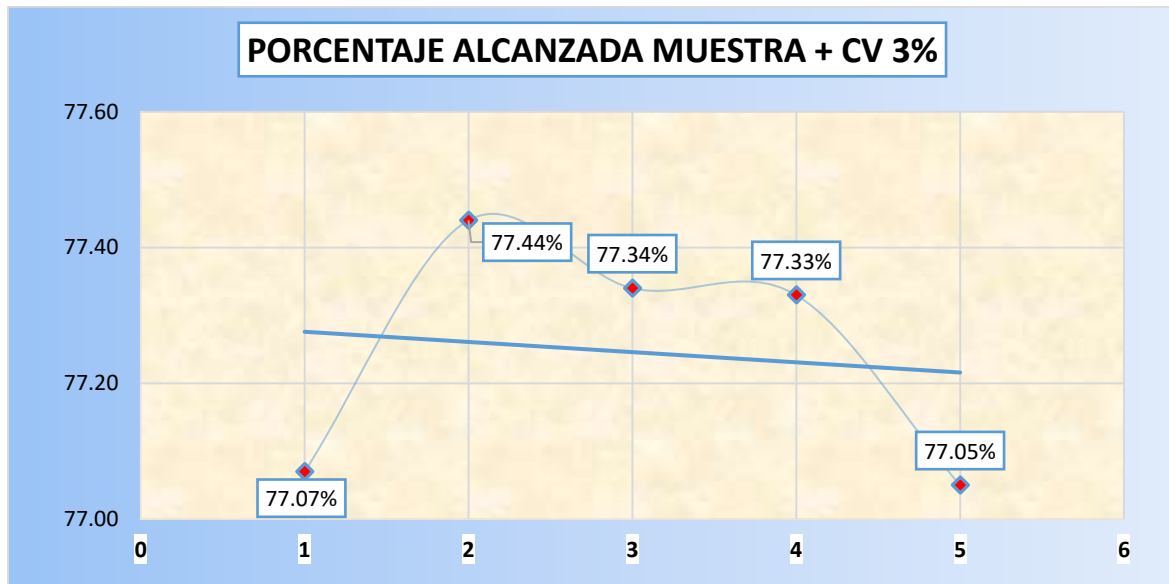
*Resistencia logrado concreto + ceniza volcánica al 3%.*



La figura 15 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 3% de ceniza volcánica a los 7 días en cinco puntos de medición. Los valores de resistencia oscilan entre 161.81 kg/cm<sup>2</sup> y 162.63 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 16**

*Porcentaje logrado durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 3%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 77.25%, siendo este positivo.

**Tabla 19**

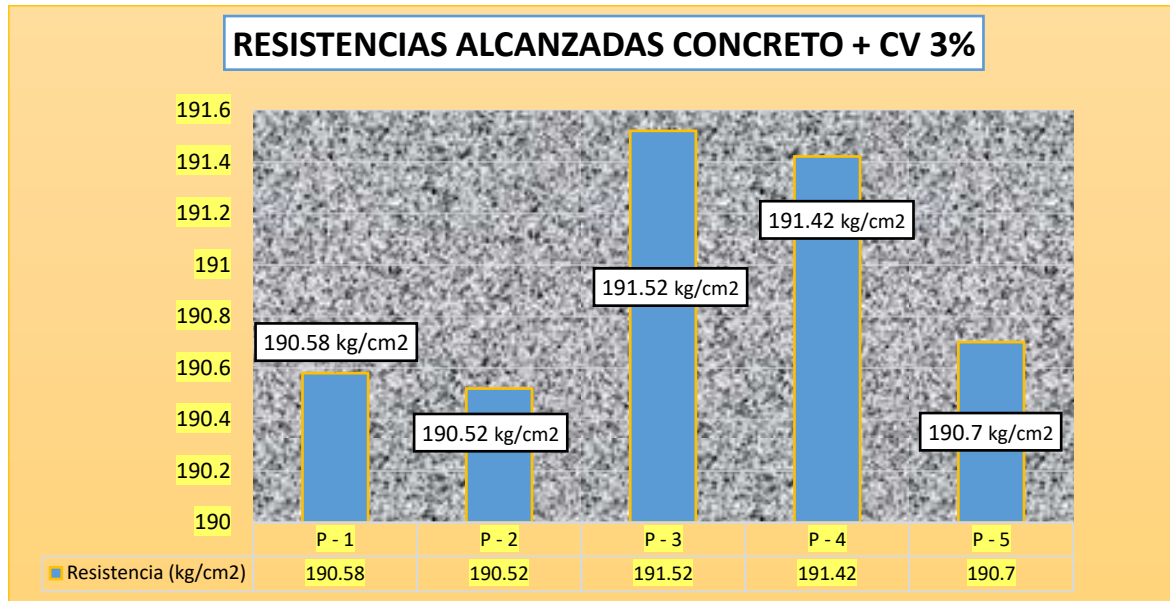
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 3%, durante 14 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	33723	190.58		
CILINDR. 2	33712	190.52		
CILINDR. 3	33755	191.52	14	190.95 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	33736	191.42		
CILINDR. 5	33745	190.70		

En la tabla se ilustra los resultados del esfuerzo a compresión del concreto con el empleo de ceniza volcánica al 3%, llegando media de 190.95 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 17**

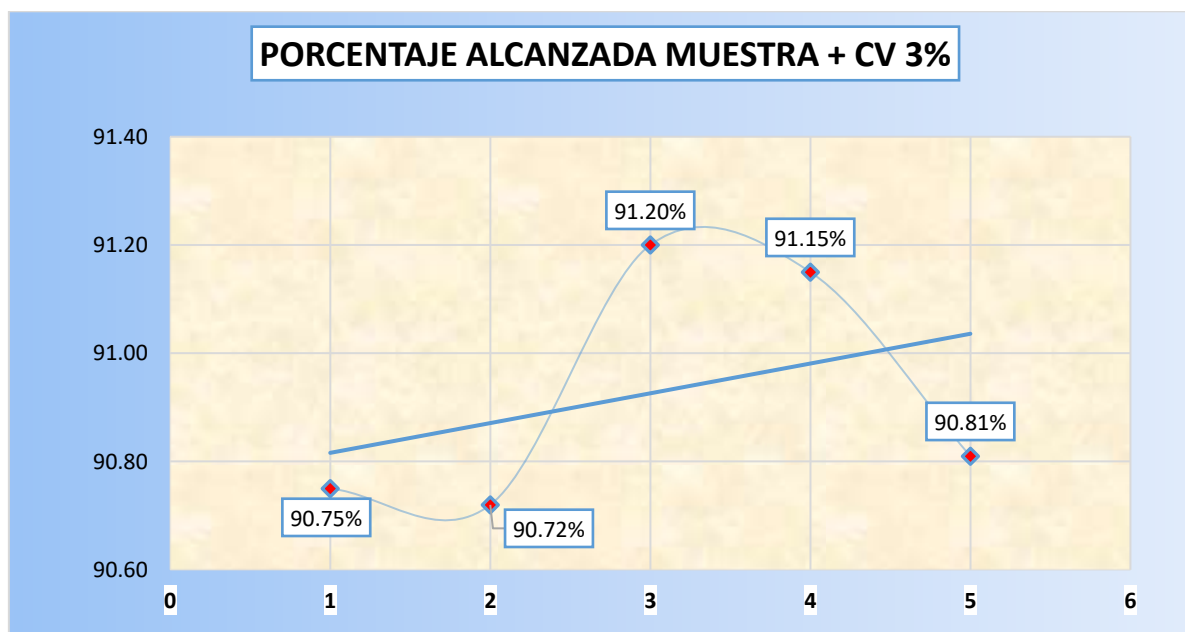
*Resistencia logrado durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.*



La figura 17 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 3% de ceniza volcánica a los 14 días. Los valores de resistencia varían entre 190.52 kg/cm<sup>2</sup> y 191.52 kg/cm<sup>2</sup>, con una pequeña fluctuación en las muestras, lo que indica una resistencia relativamente uniforme del concreto en este periodo.

**Figura 18**

*Porcentaje de resistencia logrado durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.*



La figura 18 muestra el porcentaje de resistencia alcanzada por el concreto con un 3% de ceniza volcánica a los 14 días. Los porcentajes varían entre 90.72% y 91.20%, mostrando una tendencia general ascendente, con un pico en la tercera muestra, lo que indica un incremento gradual en la resistencia durante este periodo de curado.

**Tabla 20**

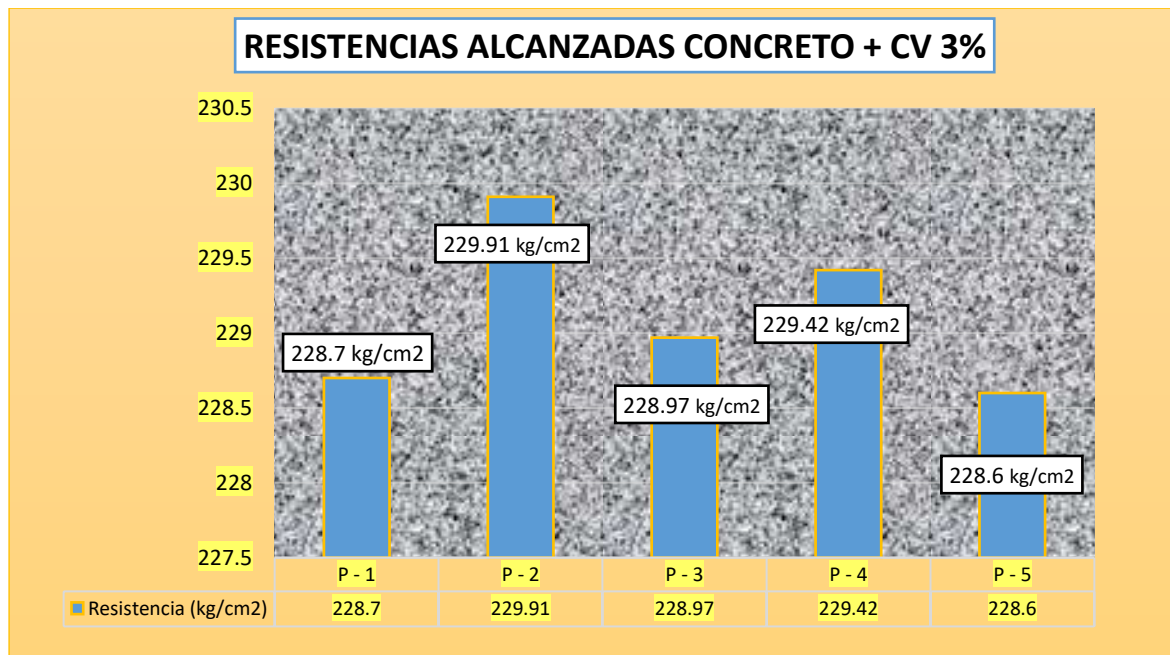
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 3%, durante 14 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	40468	228.70		
CILINDR. 2	40520	229.91		
CILINDR. 3	40355	228.97	28	229.12 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	40433	229.42		
CILINDR. 5	40450	228.60		

La tabla 20 muestra la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 3% a los 28 días, con un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los valores de ruptura varían entre 228.60 y 229.91 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 229.12 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica un desempeño superior al esperado para el concreto en este periodo.

**Figura 19**

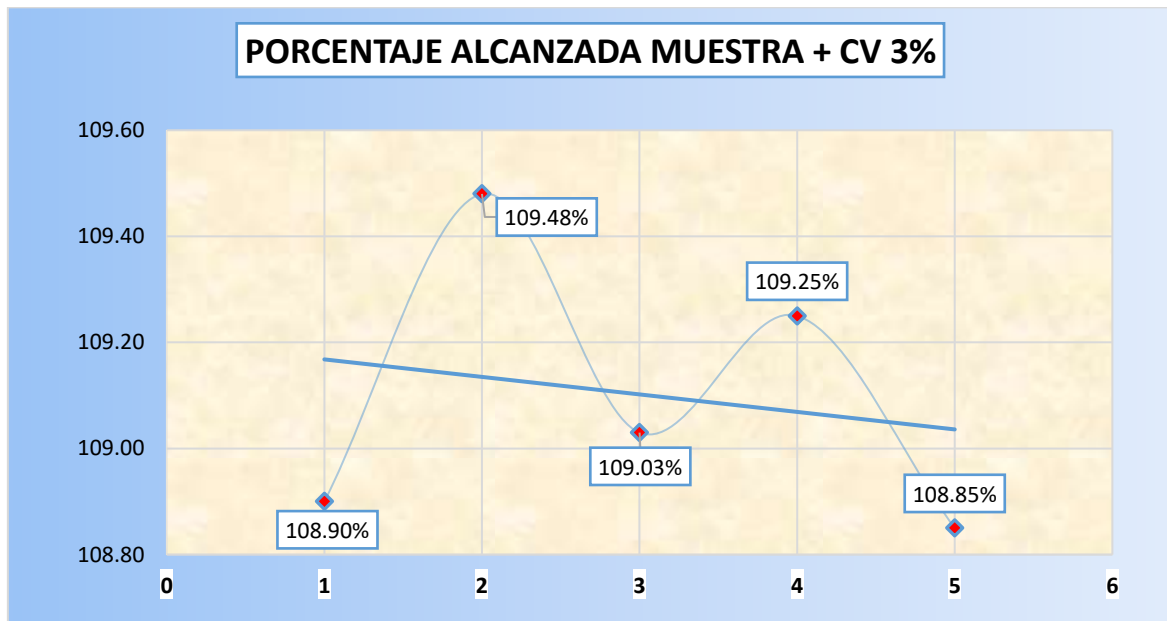
*Resistencia lograda durante 28 días, del concreto + ceniza volcánica al 3%.*



La figura 19 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 3% de ceniza volcánica a los 28 días, con valores que oscilan entre 228.6 kg/cm<sup>2</sup> y 229.91 kg/cm<sup>2</sup>. La gráfica ilustra una distribución uniforme de las resistencias en las cinco muestras, reflejando un buen comportamiento del concreto durante este periodo de curado.

**Figura 20**

*Porcentaje de resistencia lograda durante 28 días, concreto + ceniza volcánica al 3%.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 3%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 109.10%, siendo este positivo.

**Tabla 21**

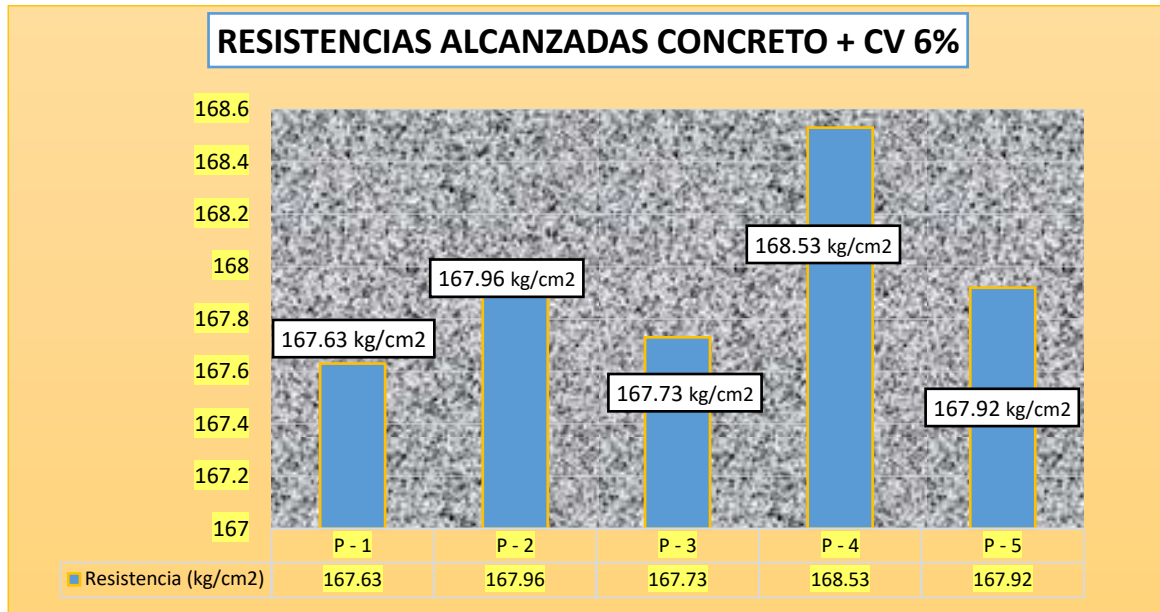
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 7 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	29662	167.63		
CILINDR. 2	29602	167.96		
CILINDR. 3	29562	167.73	7	167.95 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	29702	168.53		
CILINDR. 5	29713	167.92		

Se exhibe los rendimientos del esfuerzo del concreto con el empleo de ceniza volcánica al 6%, llegando una media de 167.95 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 21**

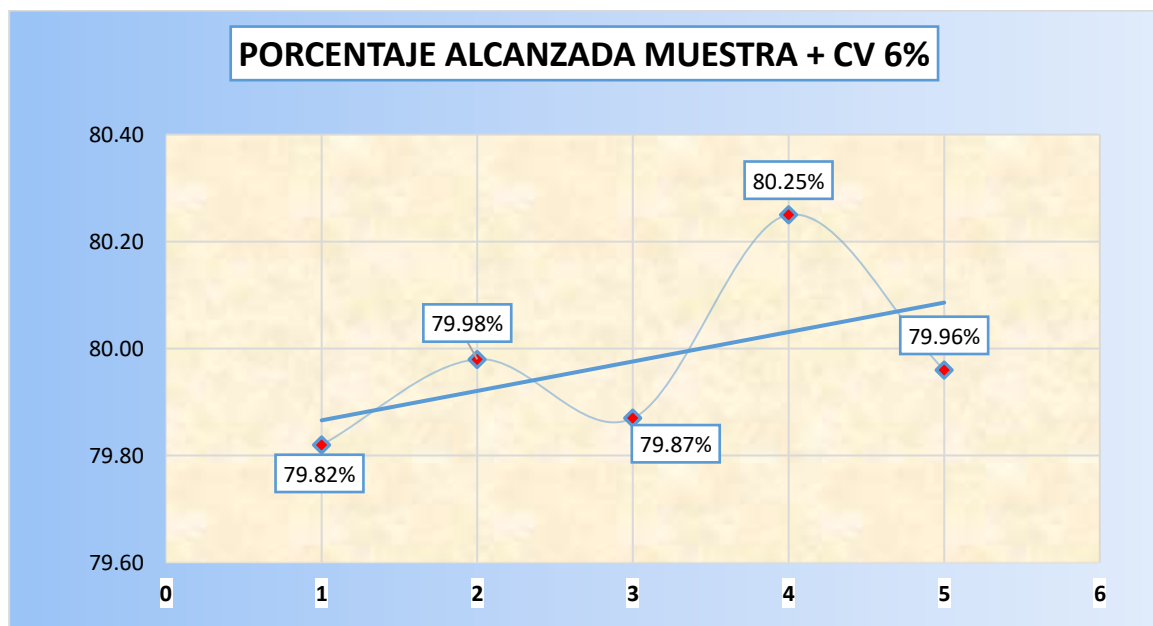
*Resistencia lograda durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.*



La figura 21 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 6% de ceniza volcánica a los 7 días. Los valores varían entre 167.63 kg/cm<sup>2</sup> y 168.53 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una ligera variabilidad en las muestras, pero manteniendo una consistencia en la resistencia lograda durante este periodo inicial.

**Figura 22**

*Porcentaje logrado durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 6%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 79.98%, siendo este positivo.

**Tabla 22**

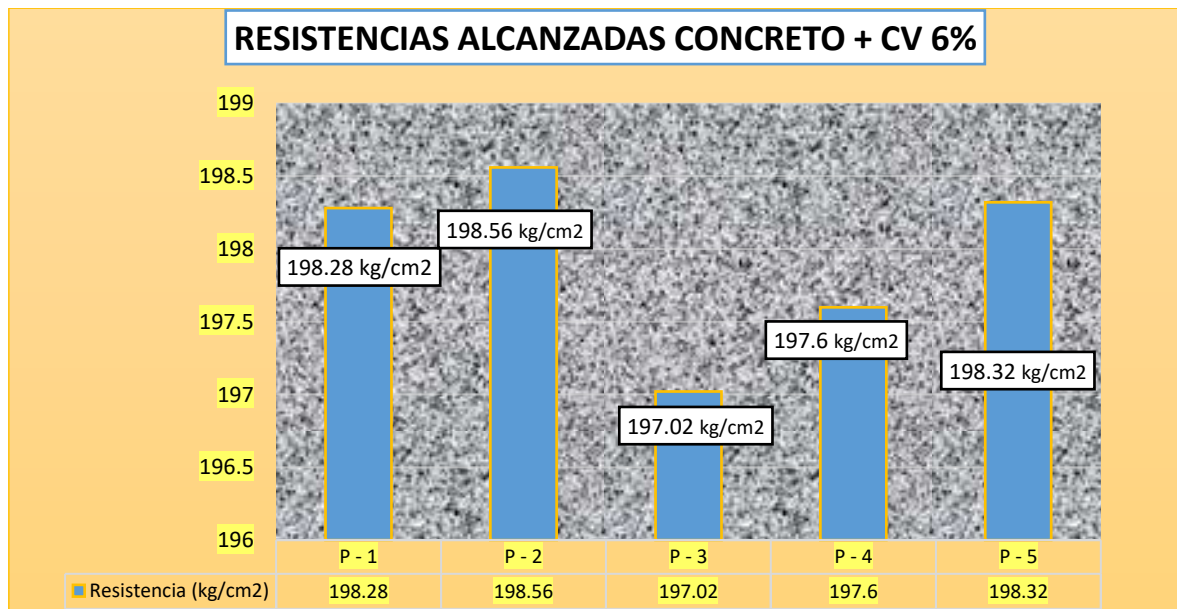
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 14 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	34945	198.28		
CILINDR. 2	34995	198.56		
CILINDR. 3	34862	197.02	14	197.95 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	34825	197.60		
CILINDR. 5	34952	198.32		

Se exhibe los rendimientos de esfuerzo del concreto con el empleo de ceniza volcánica al 6%, llegando con una media de 197.95 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 23**

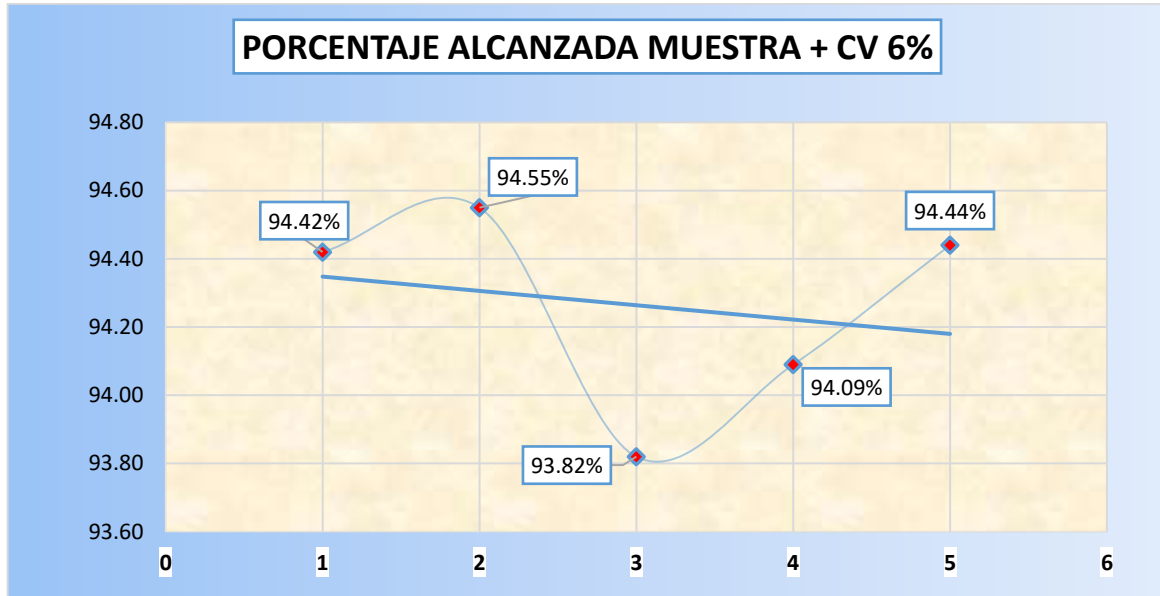
*Resistencia lograda durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.*



La figura 23 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 6% de ceniza volcánica a los 14 días. Los valores de resistencia varían entre 197.02 kg/cm<sup>2</sup> y 198.56 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica una resistencia consistente y uniforme en las diferentes muestras durante este periodo de curado intermedio.

**Figura 24**

Porcentaje lograda durante 14 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.



La figura exhibe porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 6%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 94.26%, siendo este positivo.

**Tabla 23**

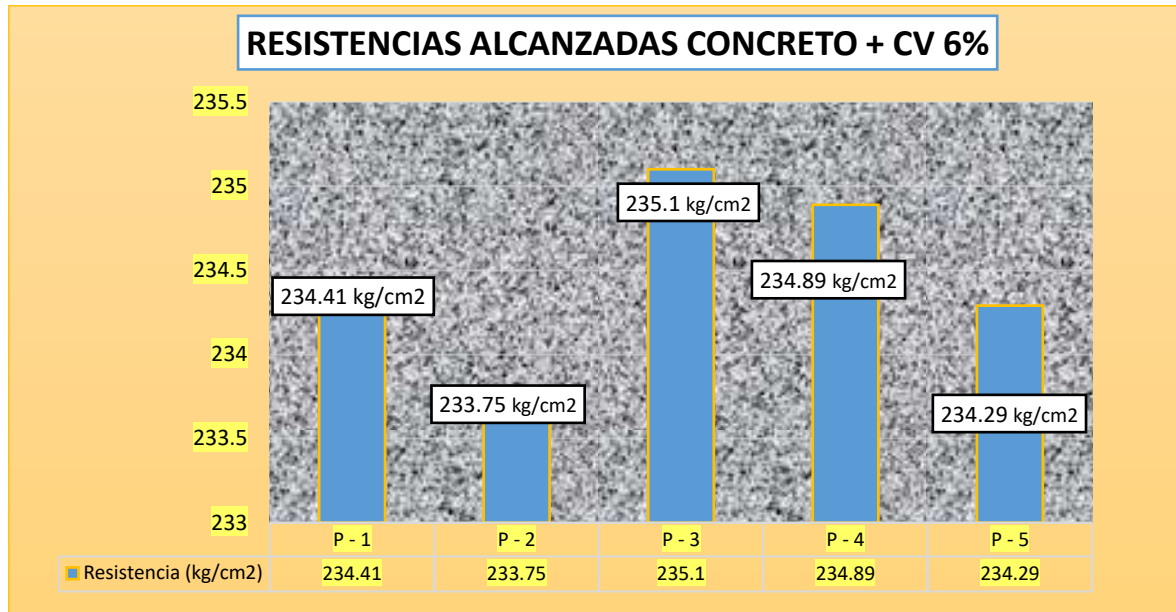
Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 7 días.

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	41479	234.41		
CILINDR. 2	41362	233.75		
CILINDR. 3	41435	235.10	28	234.49 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	41398	234.89		
CILINDR. 5	41458	234.29		

La tabla 23 muestra la resistencia del concreto con un 6% de ceniza volcánica a los 28 días, con valores de ruptura que varían entre 233.75 kg/cm<sup>2</sup> y 235.10 kg/cm<sup>2</sup> en cinco cilindros. El promedio de resistencia es de 234.49 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja una buena consistencia en las cualidades del concreto después de este periodo de curado

**Figura 25**

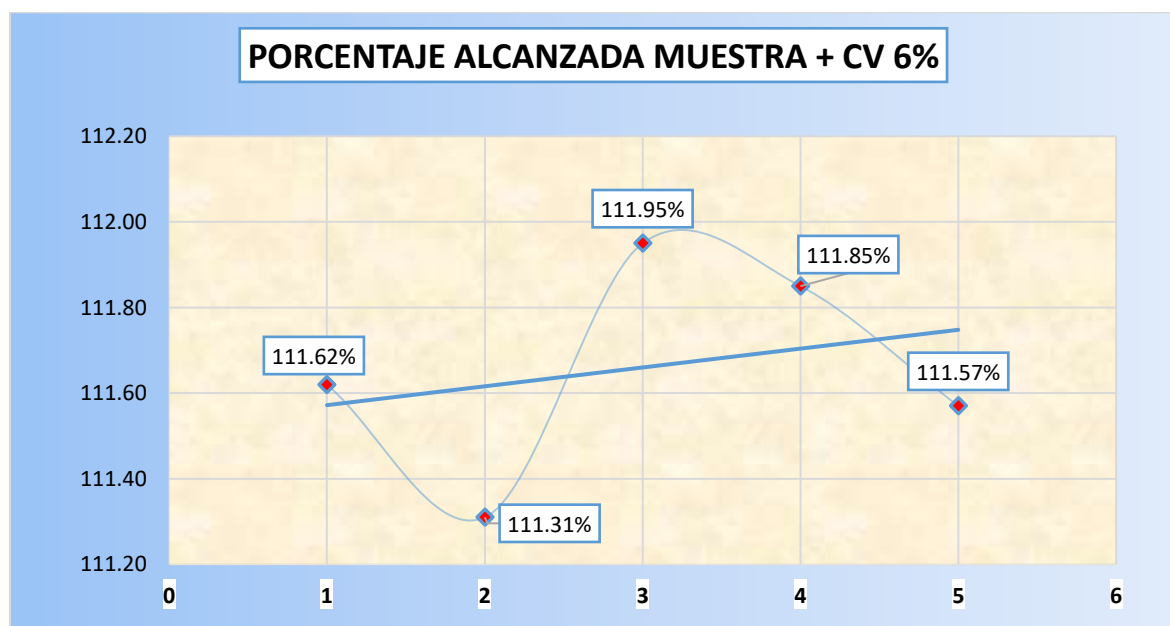
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 6%, durante 7 días.*



La figura 25 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 6% de ceniza volcánica a los 28 días. Los valores varían entre 233.75 kg/cm<sup>2</sup> y 235.1 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando una consistencia en las resistencias alcanzadas en las diferentes muestras, con una ligera variabilidad entre los puntos medidos.

**Figura 26**

*Porcentaje lograda durante 28 días, concreto + ceniza volcánica al 6%.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 6%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 111.66%, siendo este positivo.

**Tabla 24**

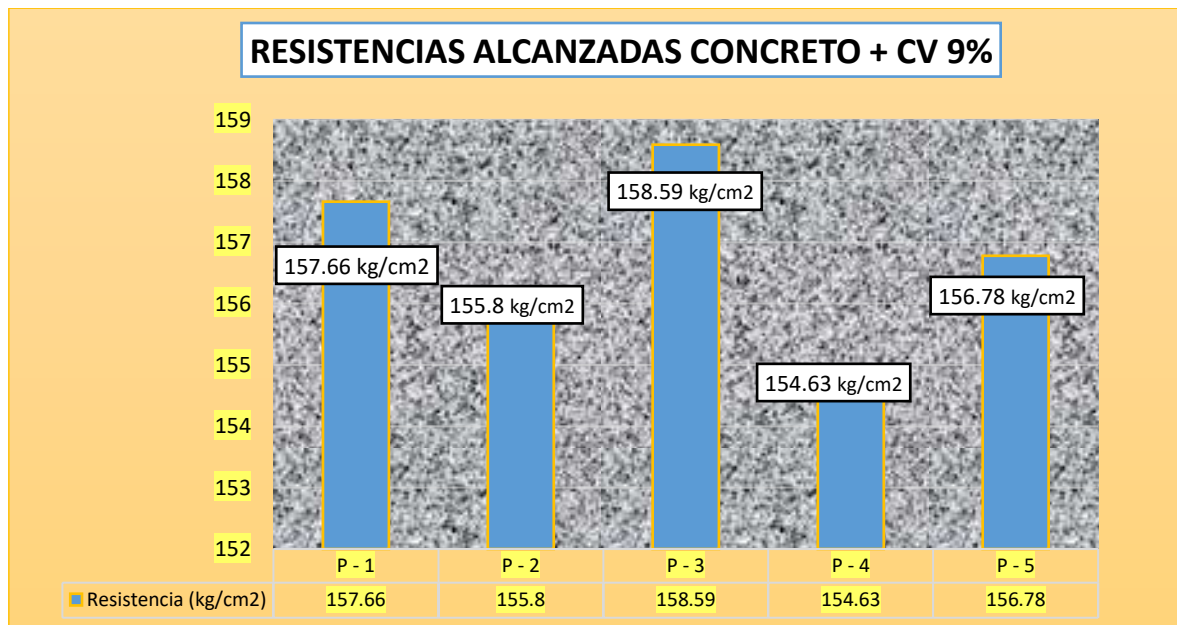
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 9%, durante 7 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	27898	157.66	7	156.69 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 2	27458	155.80	7	
CILINDR. 3	27951	158.59	7	
CILINDR. 4	27362	154.63	7	
CILINDR. 5	27632	156.78	7	

Se exhibe los rendimientos de esfuerzo del concreto con el empleo de ceniza volcánica al 9%, llegando con una media de 156.69 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 27**

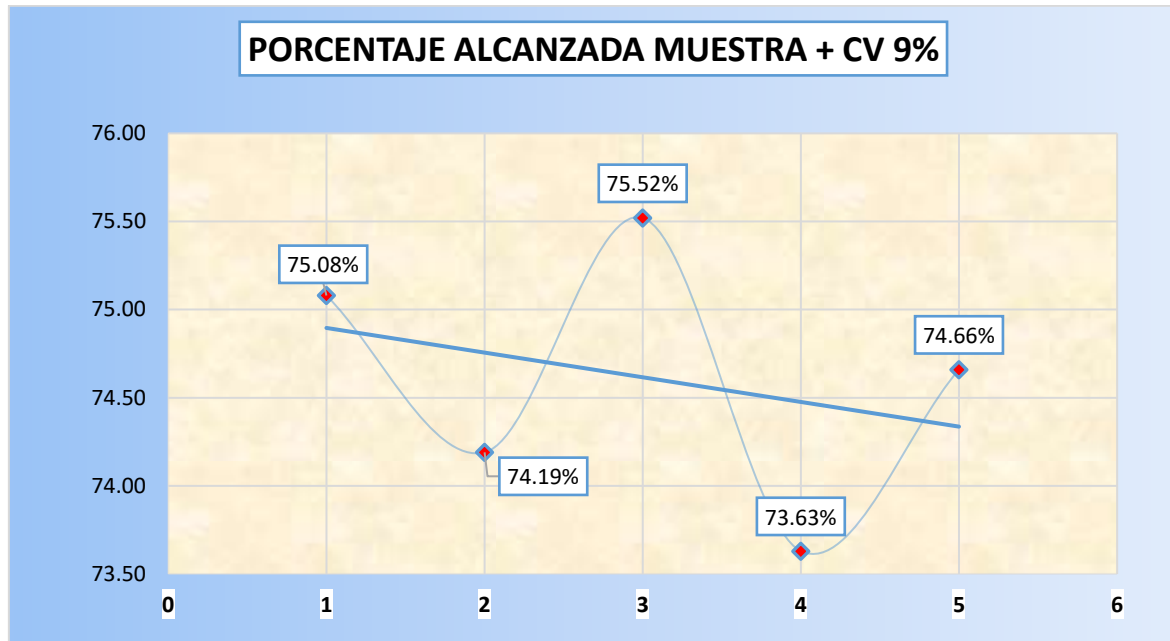
*Resistencia durante 7 días, del concreto + ceniza volcánica al 9%.*



La figura 27 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 9% de ceniza volcánica a los 7 días. Los valores de resistencia varían entre 154.63 kg/cm<sup>2</sup> y 158.59 kg/cm<sup>2</sup>, con una ligera variabilidad en las muestras, lo que indica que la incorporación de ceniza volcánica al 9% afecta la resistencia en este periodo inicial.

**Figura 28**

Porcentaje durante 7 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 9%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 74.62%, siendo este positivo.

**Tabla 25**

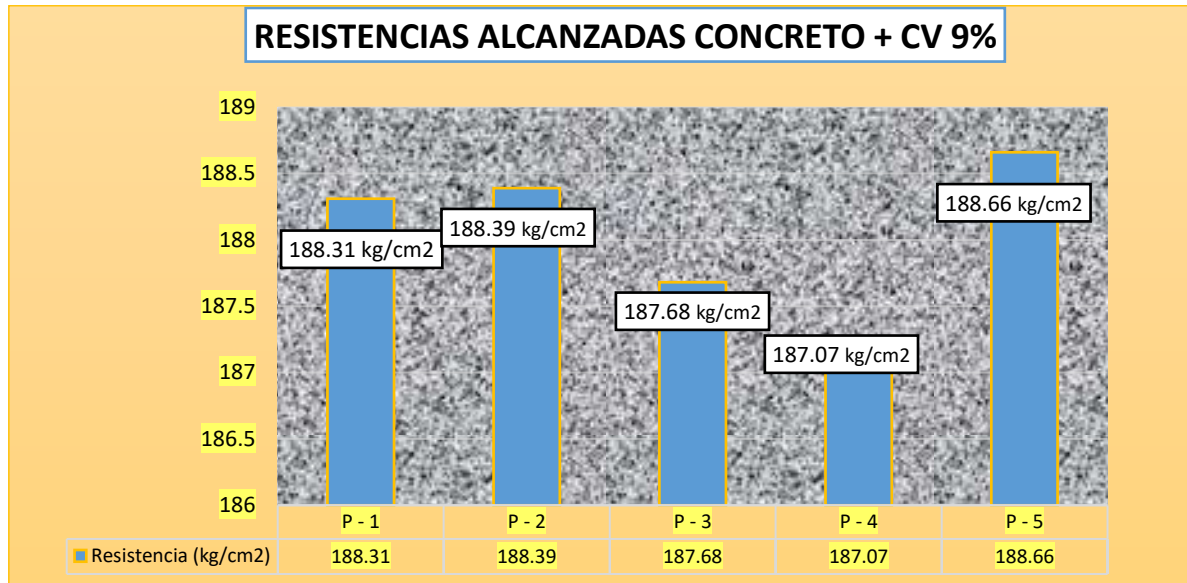
Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 9%, durante 14 días.

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	33189	188.31		
CILINDR. 2	33202	188.39		
CILINDR. 3	33210	187.68	14	188.02 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	33102	187.07		
CILINDR. 5	33250	188.66		

La tabla 25 muestra la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 9% a los 14 días, con un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los valores de ruptura oscilan entre 187.07 kg/cm<sup>2</sup> y 188.66 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 188.02 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere una ligera variabilidad en las muestras, manteniendo un desempeño uniforme en este periodo de curado.

**Figura 29**

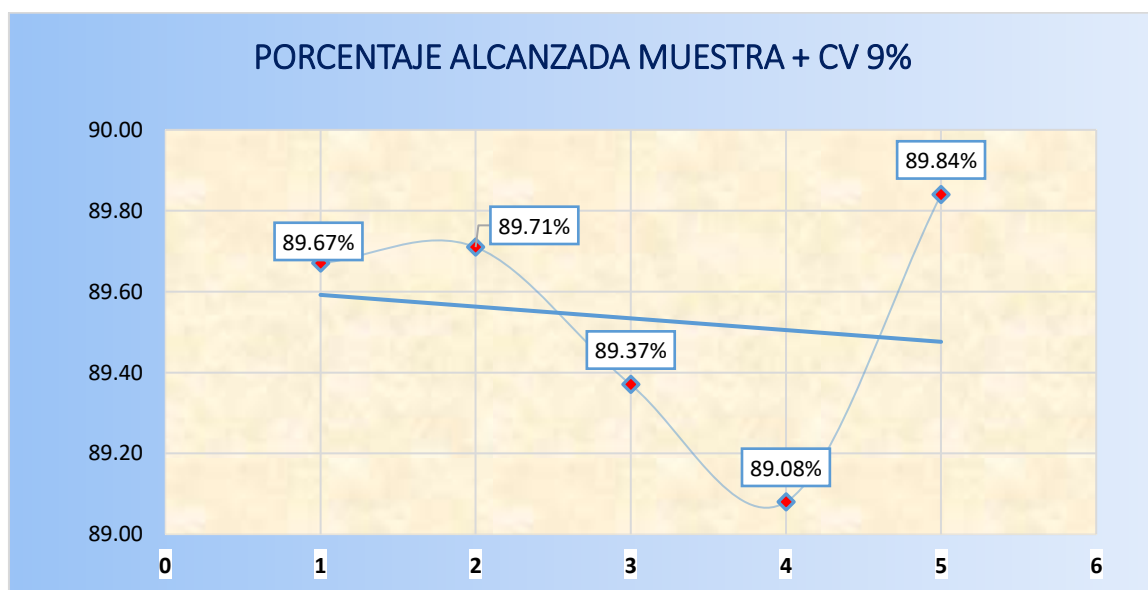
*Resistencia lograda durante 14 días, del concreto + ceniza volcánica al 9%.*



La figura 29 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 9% de ceniza volcánica a los 14 días. Los valores de resistencia varían entre 187.07 kg/cm<sup>2</sup> y 188.66 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una distribución uniforme en las muestras y una variabilidad mínima en los resultados, lo que indica un comportamiento consistente del concreto en este periodo de curado.

**Figura 30**

*Porcentaje de resistencia alcanzada a los 14 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 9%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 89.53%, siendo este positivo.

**Tabla 26**

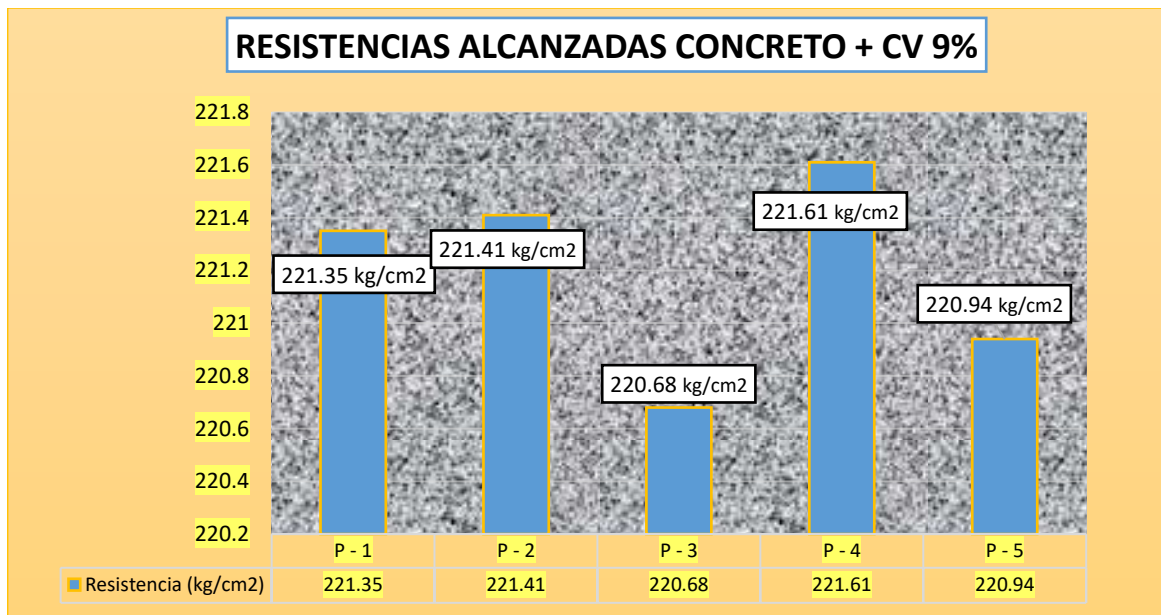
*Resistencia del concreto + ceniza volcánica al 9%, durante 28 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	39012	221.35	28	221.20 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 2	39022	221.41		
CILINDR. 3	39102	220.68		
CILINDR. 4	39058	221.61		
CILINDR. 5	39095	220.94		

Se ilustra los rendimientos de esfuerzo del concreto con el empleo de ceniza volcánica al 9%, llegando a una media de 221.20 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 31**

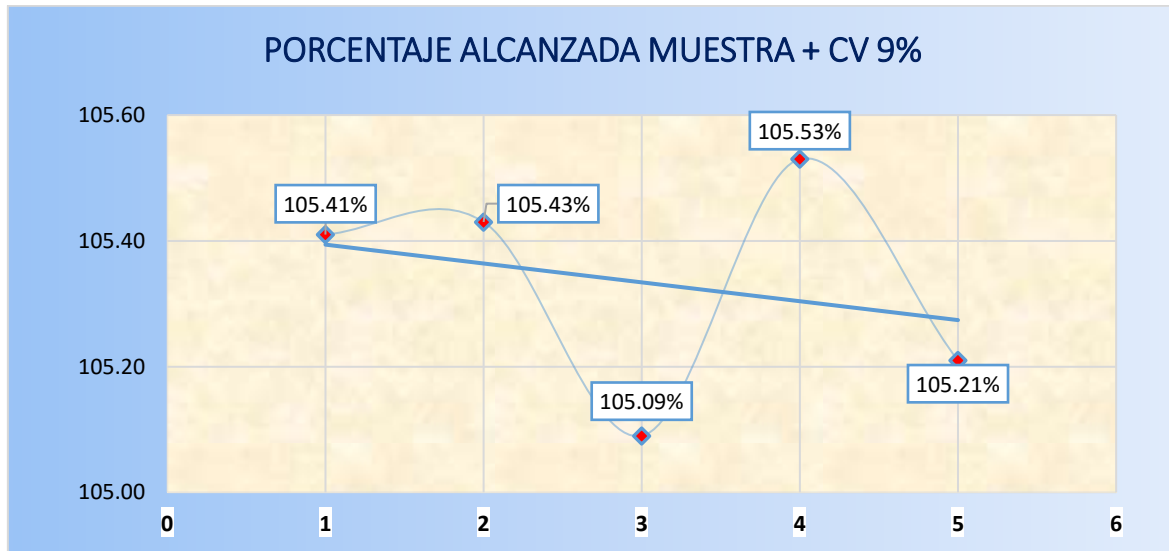
*Resistencia lograda durante 28 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.*



La figura 31 muestra las resistencias alcanzadas por el concreto con un 9% de ceniza volcánica a los 28 días. Los valores varían entre 220.68 kg/cm<sup>2</sup> y 221.61 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando una consistencia uniforme en las resistencias alcanzadas, con variaciones mínimas entre las diferentes muestras. Esto sugiere un buen desempeño del concreto en este periodo de curado.

**Figura 32**

Porcentaje de resistencia alcanzada a los 28 días, concreto + ceniza volcánica al 9%.



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con ceniza volcánica al 9%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 105.33%, siendo este positivo.

#### 4.1.3 Resultados sobre la resistencia a compresión del concreto con la adición de escoria de cobre.

##### 4.1.3.1 Resistencia del concreto + escoria de cobre.

**Tabla 27**

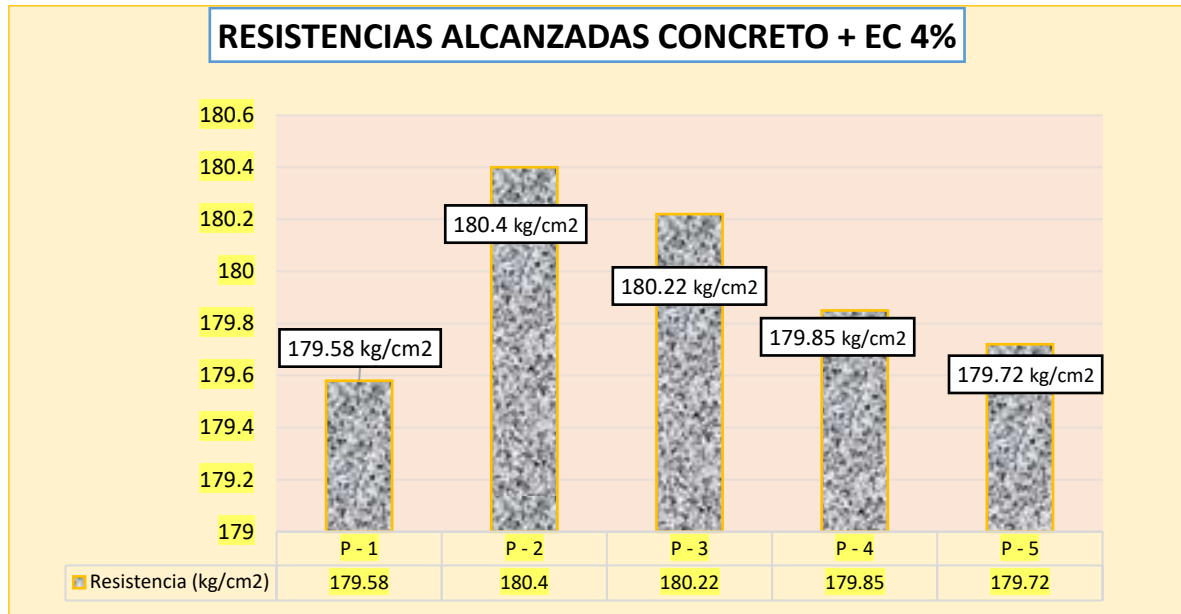
Resistencia del concreto + escoria de cobre al 4%, durante 7 días.

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	31776	179.58		
CILINDR. 2	31795	180.40		
CILINDR. 3	31762	180.22	7	179.95 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	31698	179.85		
CILINDR. 5	31802	179.72		

La Tabla 27 presenta la resistencia de cilindros de concreto con una adición del 4% de escoria de cobre, medida durante 7 días de edad. Los valores de carga y ruptura oscilan alrededor de 31795 kg y 180 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, con un promedio de resistencia de 179.95 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 33**

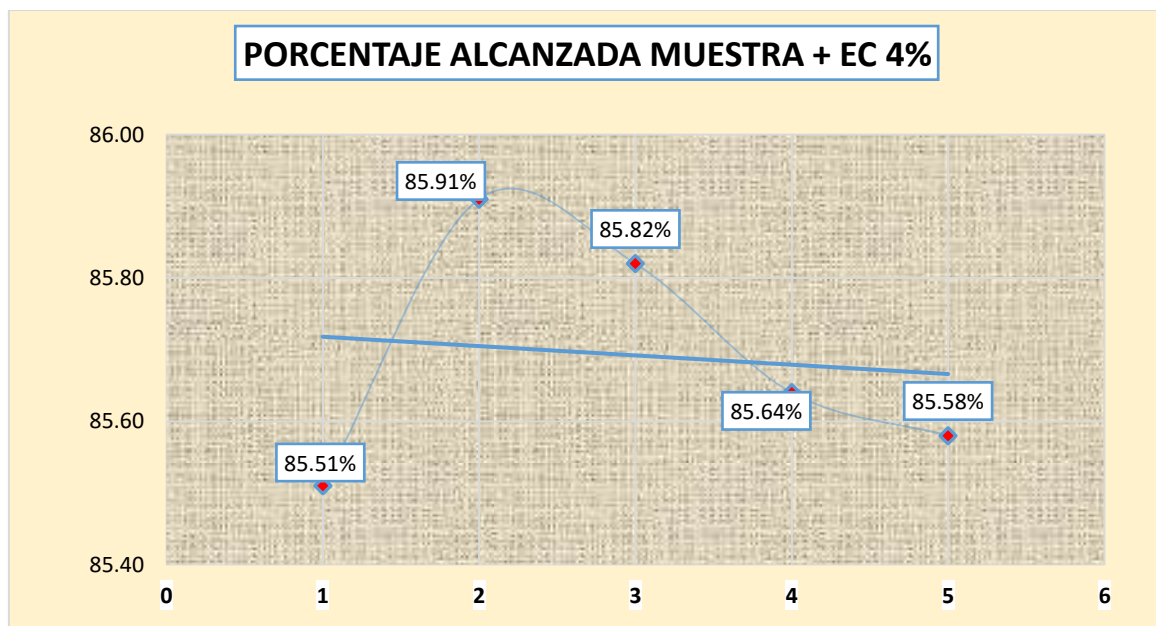
*Resistencia lograda durante 7 días, del concreto + escoria de cobre al 4%.*



La Figura 33 muestra las resistencias logradas del concreto con escoria de cobre al 4% después de 7 días. Se observan cinco pruebas (P-1 a P-5) con resistencias que oscilan entre 179.58 kg/cm<sup>2</sup> y 180.4 kg/cm<sup>2</sup>, destacando que P-2 presenta la mayor resistencia con 180.4 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que P-1 registra la menor con 179.58 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 34**

*Porcentaje de logro durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 4%.*



La Figura 34 ilustra el porcentaje de resistencia alcanzada a los 7 días por el concreto con escoria de cobre al 4%. Los valores varían entre 85.51% y 85.91%, con un descenso en el tercer y cuarto punto de prueba hasta 85.64%, seguido de una ligera recuperación en el último punto, alcanzando 85.58%.

**Tabla 28**

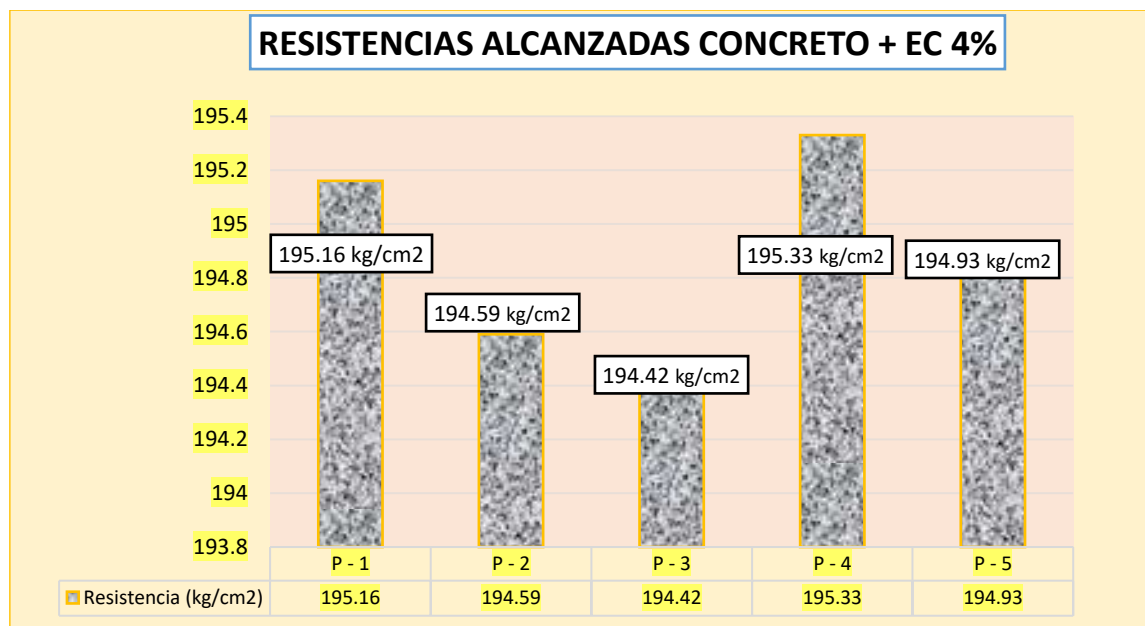
*Resistencia del concreto + escoria de cobre al 4%, durante 14 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	34396	195.16		
CILINDR. 2	34295	194.59		
CILINDR. 3	34402	194.42	14	194.88 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	34425	195.33		
CILINDR. 5	34355	194.93		

La Tabla 28 muestra los resultados de esfuerzo del concreto con un 4% de escoria de cobre, evaluados durante 14 días de edad. Las pruebas en cinco cilindros presentan cargas de ruptura que oscilan entre 34295 kg y 34425 kg, con resistencias que varían entre 194.42 kg/cm<sup>2</sup> y 195.33 kg/cm<sup>2</sup>. La media de resistencia registrado es de 194.88 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 35**

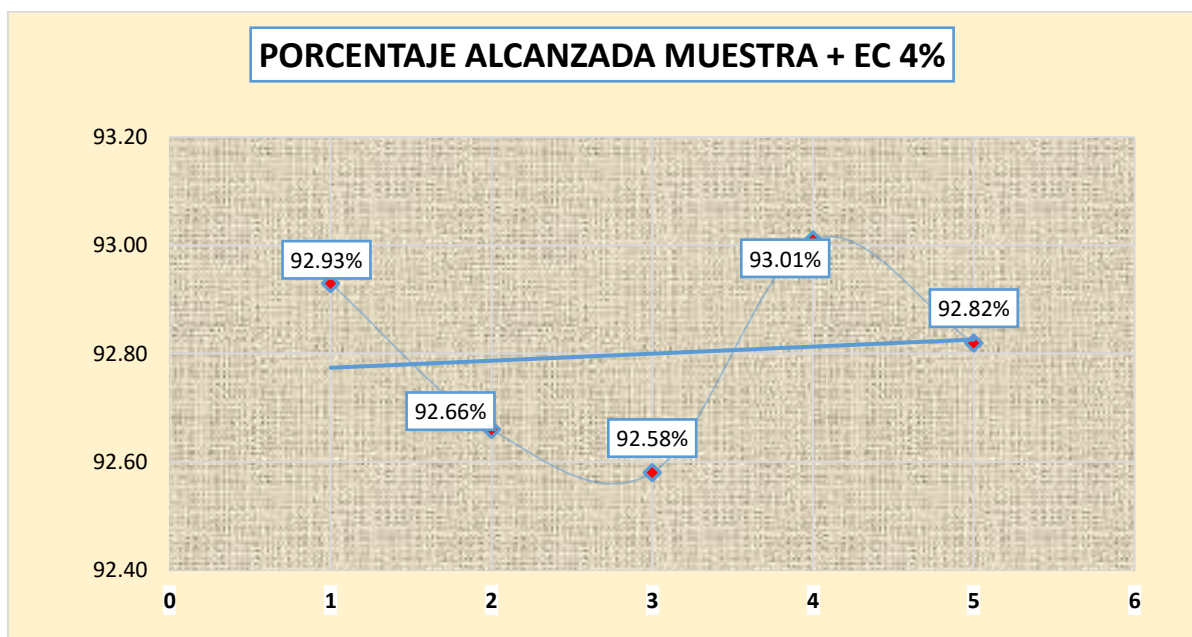
*Resistencia lograda durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 4%.*



La Figura 35 presenta las resistencias logradas del concreto + escoria de cobre al 4% durante 14 días. Los resultados muestran variaciones en cinco pruebas (P-1 a P-5), con valores que van desde 194.42 kg/cm<sup>2</sup> hasta 195.33 kg/cm<sup>2</sup>. La mayor resistencia se observa en P-4 con 195.33 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la menor se encuentra en P-3 con 194.42 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando una resistencia general superior a la observada en 7 días.

**Figura 36**

*Porcentaje alcanzada durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 4%.*



La Figura 36 muestra el porcentaje de resistencia alcanzada a los 14 días por el concreto con un 4% de escoria de cobre. Los valores oscilan entre 92.58% y 93.01%, con una tendencia fluctuante. El porcentaje más alto se registra en el punto 4 con 93.01%, mientras que el más bajo es en el punto 3 con 92.58%. La gráfica refleja un patrón en el que la resistencia primero disminuye y luego aumenta nuevamente hacia los últimos puntos de prueba.

**Tabla 29**

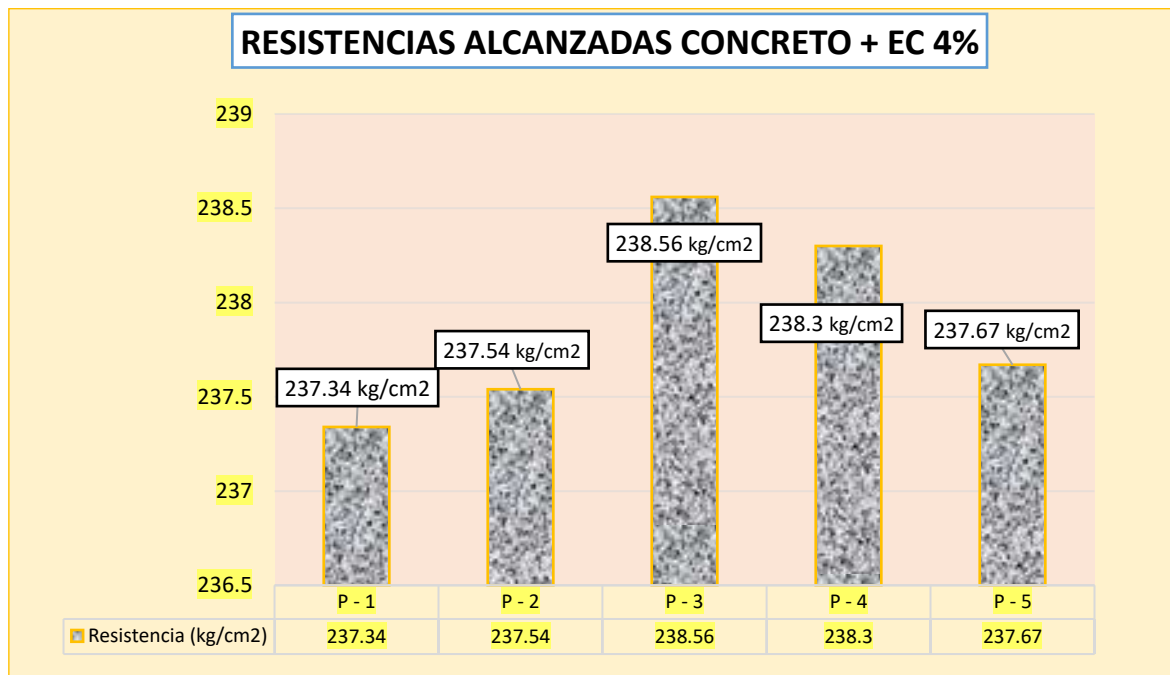
*Resistencia del concreto + escoria de cobre al 4%, durante 28 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	41997	237.34	28	237.88 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 2	42032	237.54		
CILINDR. 3	42045	238.56		
CILINDR. 4	41998	238.30		
CILINDR. 5	42055	237.67		

La Tabla 29 muestra los resultados de esfuerzo del concreto con un 4% de escoria de cobre, evaluados a los 28 días de edad. Los cinco cilindros de prueba presentan cargas de ruptura que oscilan entre 41997 kg y 42055 kg, con resistencias que varían entre 237.34 kg/cm<sup>2</sup> y 238.56 kg/cm<sup>2</sup>. La media de resistencia registrado es de 237.88 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando un incremento significativo.

**Figura 37**

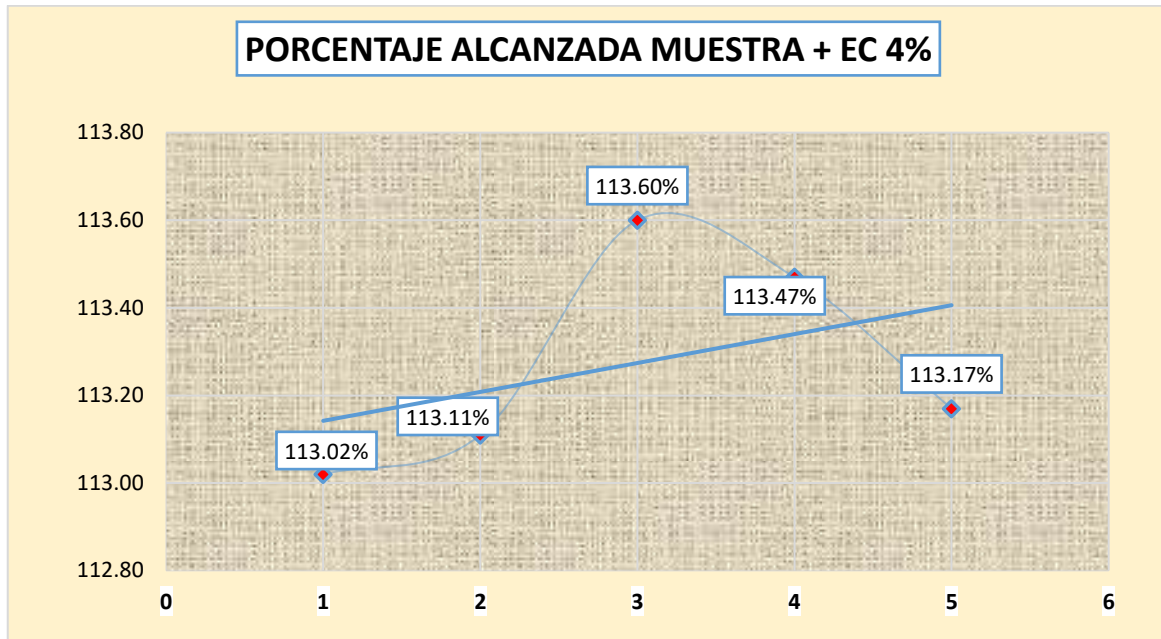
*Resistencia lograda durante 28 días, del concreto + escoria de cobre al 4%.*



La figura 37 muestra la resistencia lograda durante 28 días en concreto con un 4% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 237.34 kg/cm<sup>2</sup> a 238.56 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la emple de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 38**

Porcentaje lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 4%.



La figura exhibe el porcentaje obtenido sobre el esfuerzo del concreto con escoria de cobre al 4%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 113.28%, siendo este positivo.

**Tabla 30**

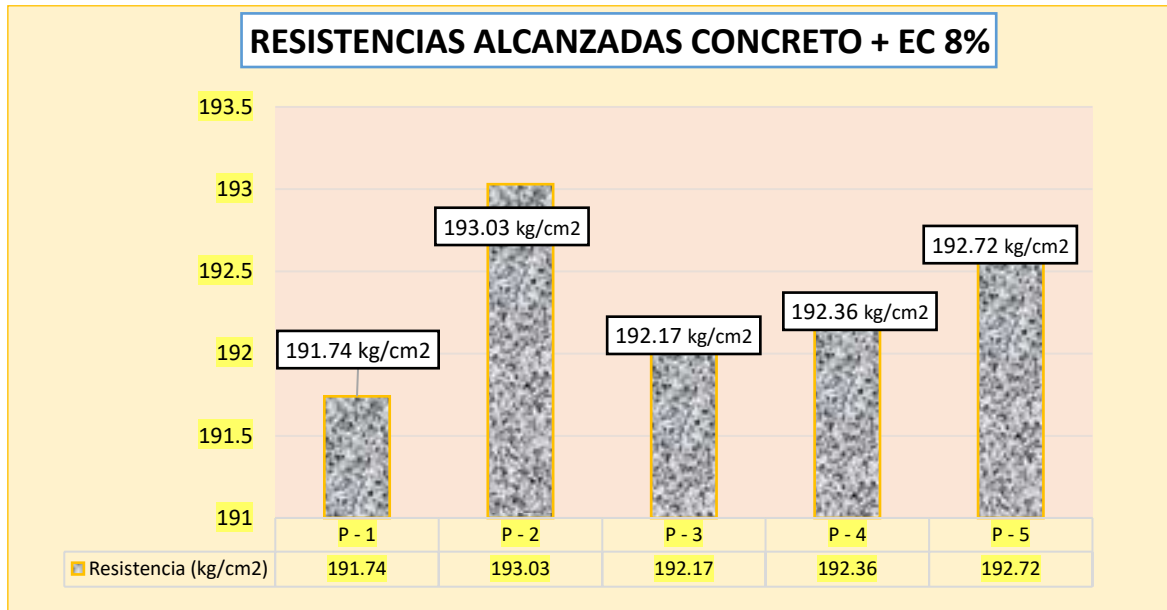
Resistencia del concreto + escoria de cobre al 8%, durante 7 días.

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	33929	191.74		
CILINDR. 2	34021	193.03		
CILINDR. 3	33869	192.17	7	192.41 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	33902	192.36		
CILINDR. 5	34102	192.72		

La Tabla 30 presenta los resultados de resistencia durante 7 días en cilindros de concreto con un 8% de escoria de cobre. Las cargas de ruptura varían entre 191.74 kg/cm<sup>2</sup> y 193.03 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de resistencia de 192.41 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere una consistencia en las cualidades mecánicas del concreto modificado con escoria de cobre al 8%.

**Figura 39**

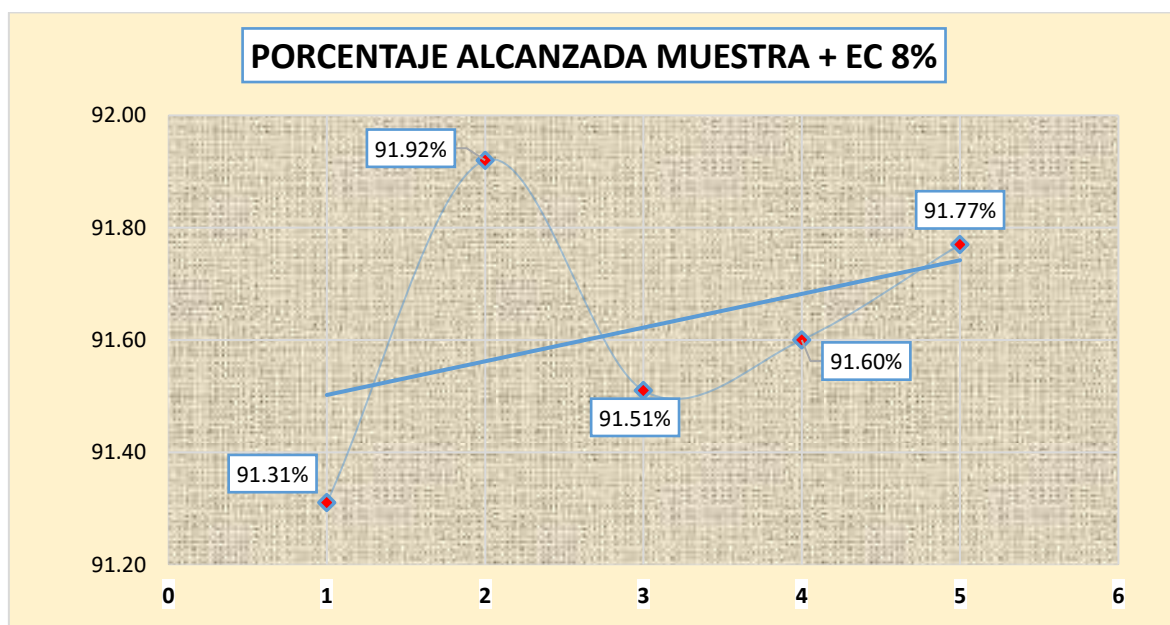
*Resistencia lograda durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 8%.*



La figura 39 muestra la resistencia lograda durante 7 días en concreto con 8% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 191.74 kg/cm<sup>2</sup> a 193.03 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la inclusión de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 40**

*Porcentaje lograda durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 8%.*



La figura exhibe el porcentaje obtenido sobre el esfuerzo del concreto con escoria de cobre al 8%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 91.62%, siendo este positivo.

**Tabla 31**

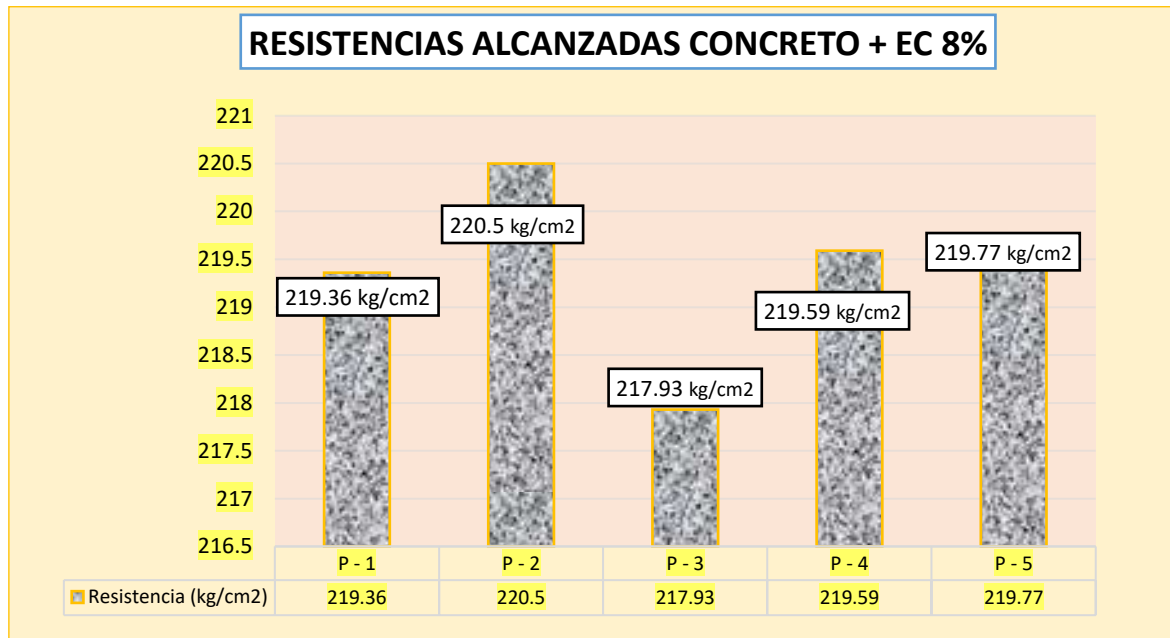
*Resistencia del concreto + escoria de cobre al 8%, durante 14 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	38660	219.36		
CILINDR. 2	38862	220.50		
CILINDR. 3	38562	217.93	14	219.43 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	38702	219.59		
CILINDR. 5	38733	219.77		

La Tabla 31 exhibe los resultados de esfuerzo durante 14 días en cilindros de concreto con 8% de escoria de cobre. Las cargas de ruptura varían entre 217.93 kg/cm<sup>2</sup> y 220.50 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de resistencia de 219.43 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 41**

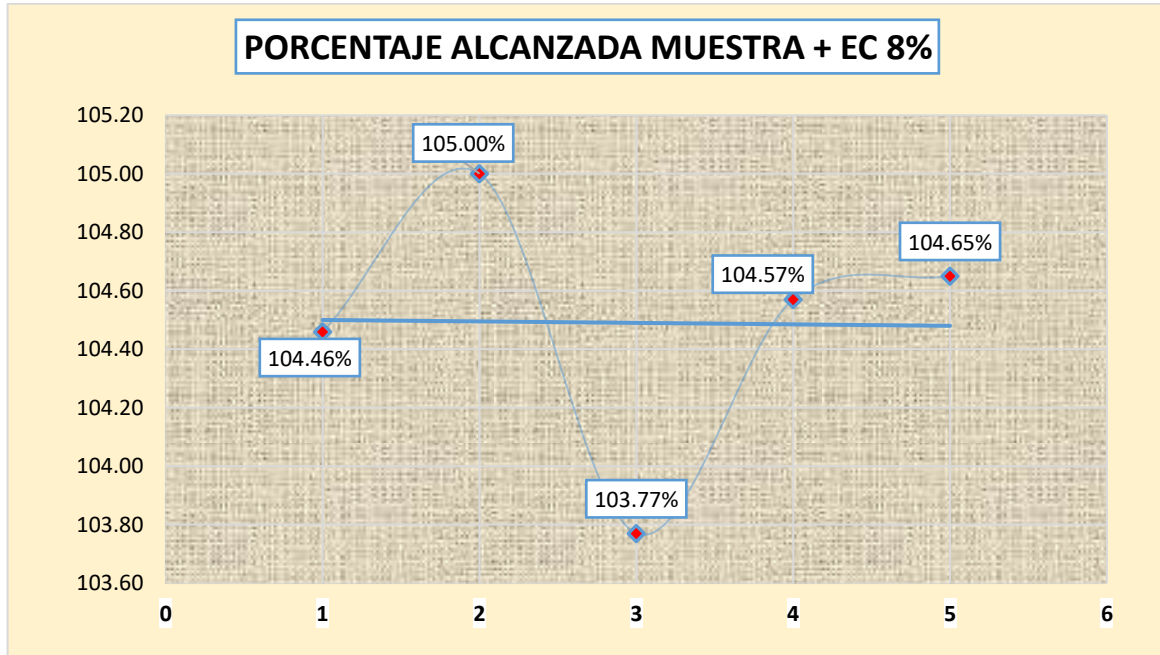
*Resistencia lograda durante 14 días, del concreto + escoria de cobre al 8%.*



La figura 41 muestra la resistencia lograda durante 14 días en concreto con 8% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 217.93 kg/cm<sup>2</sup> y 220.50 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la empleo de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 42**

Porcentaje lograda durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 8%.



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con escoria de cobre al 8%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 104.49%, siendo este positivo.

**Tabla 32**

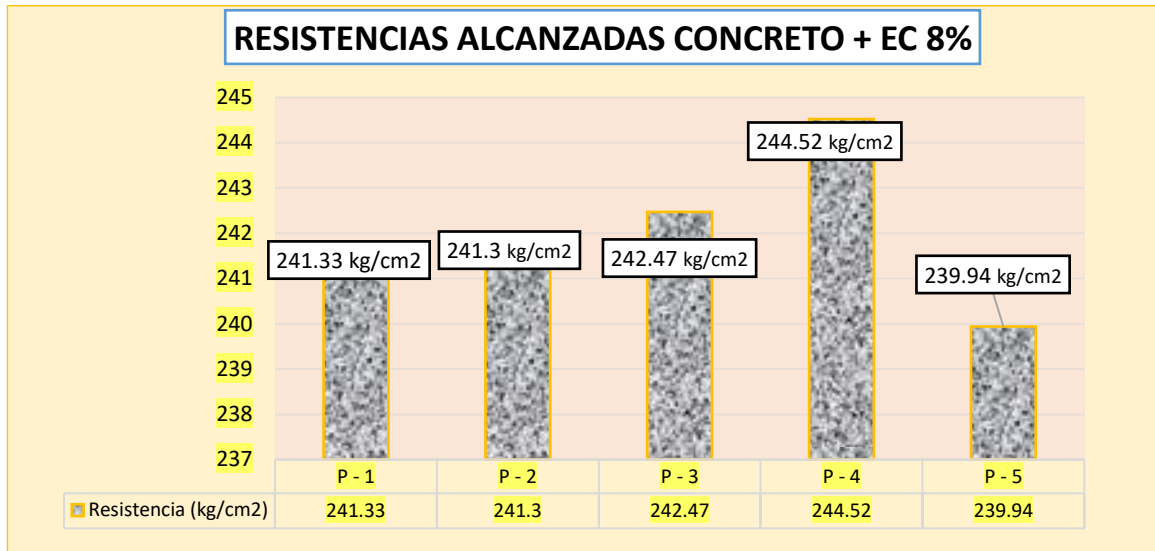
Resistencia del concreto + escoria de cobre al 8%, durante 28 días.

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	42703	241.33		
CILINDR. 2	42698	241.30		
CILINDR. 3	42733	242.47	28	241.91 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	43095	244.52		
CILINDR. 5	42458	239.94		

La Tabla 32 muestra la resistencia durante 28 días de cilindros de concreto con un 8% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían entre 239.94 kg/cm<sup>2</sup> y 244.52 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 241.91 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica una mejora significativa en la resistencia con el tiempo, en comparación con los valores a los 7 días.

**Figura 43**

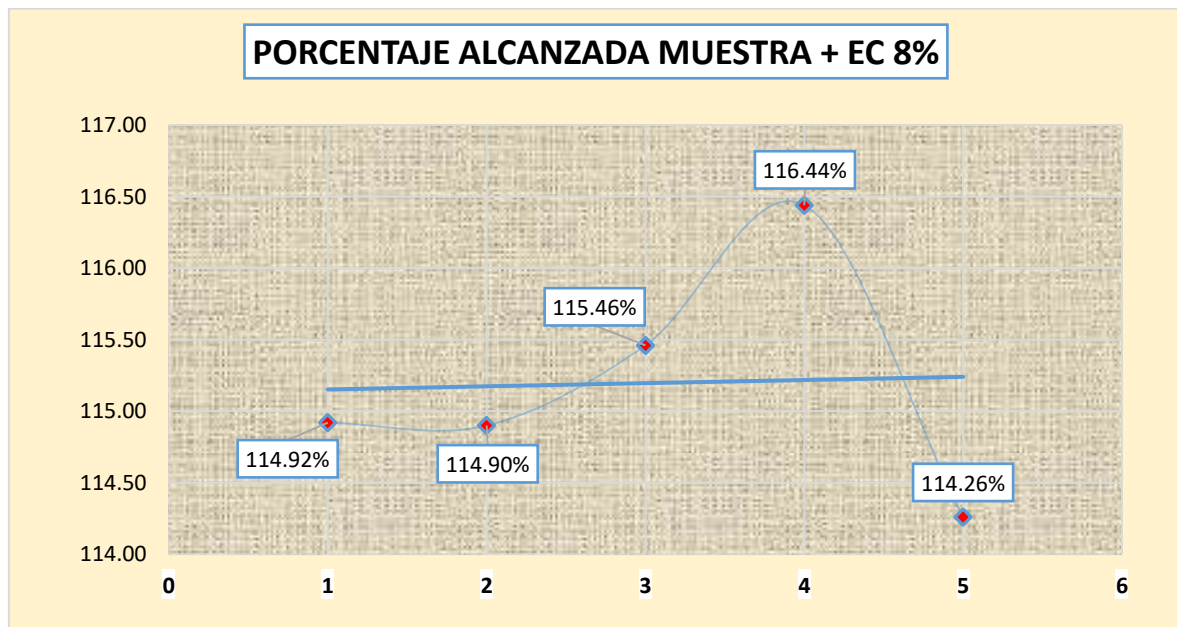
*Resistencia lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 8%.*



La figura 43 muestra la resistencia lograda durante 28 días en concreto con 8% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 239.94 kg/cm<sup>2</sup> y 244.52 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la empleo de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 44**

*Porcentaje de lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 8%.*



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre esfuerzo del concreto con escoria de cobre al 8%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 115.20%, siendo este positivo.

**Tabla 33**

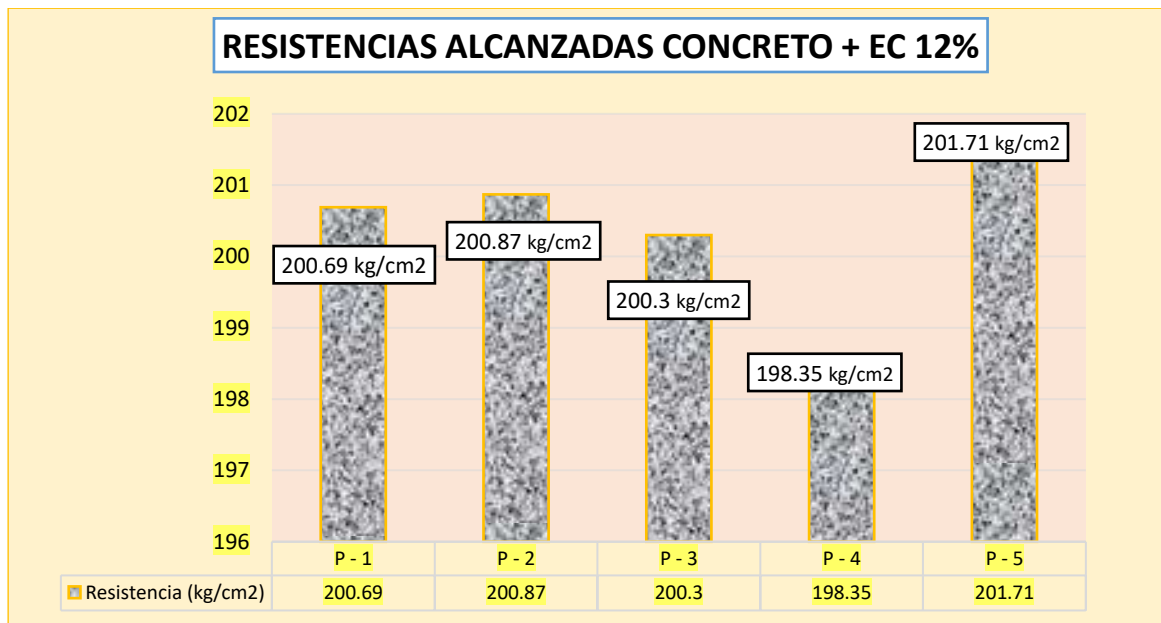
*Resistencia del concreto + escoria de cobre al 12%.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	35512	200.69		
CILINDR. 2	35402	200.87		
CILINDR. 3	35302	200.30	7	200.38 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	34958	198.35		
CILINDR. 5	35692	201.71		

La Tabla 33 muestra la resistencia durante 7 días de cilindros de concreto con 12% de escoria de cobre. Los datos de resistencia varían entre 198.35 kg/cm<sup>2</sup> y 201.71 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 200.38 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 45**

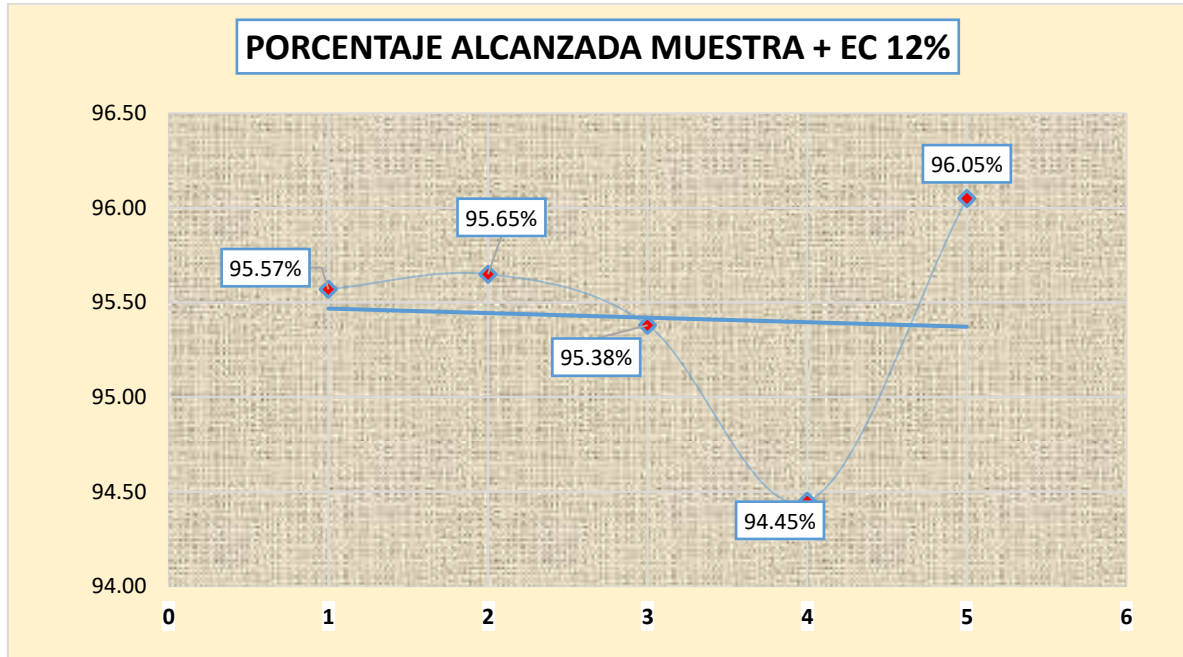
*Resistencia lograda durante 7 días, concreto + escoria de cobre al 12%.*



La figura 45 muestra la resistencia lograda durante 7 días en concreto con 12% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 198.35 kg/cm<sup>2</sup> y 201.71 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la inclusión de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 46**

Porcentaje de resistencia alcanzada a los 7 días, concreto + escoria de cobre al 12%.



La figura ilustra el porcentaje obtenido sobre esfuerzo del concreto + escoria de cobre al 12%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 95.42%, siendo este positivo.

**Tabla 34**

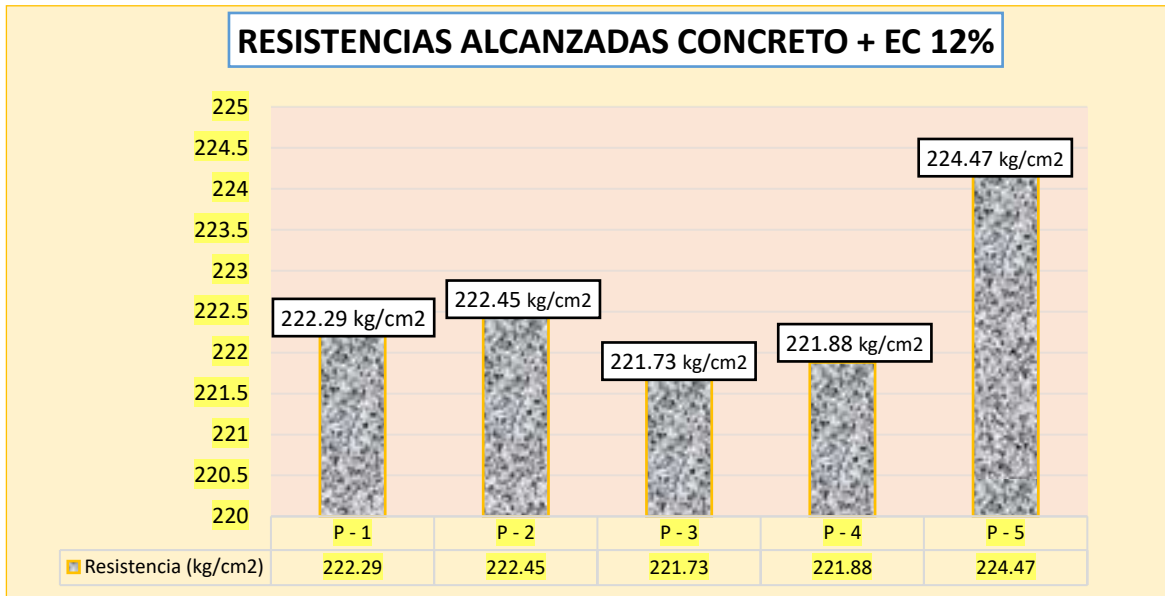
Resistencia del concreto + escoria de cobre al 12%.

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	39178	222.29		
CILINDR. 2	39205	222.45		
CILINDR. 3	39235	221.73	14	222.57 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	39105	221.88		
CILINDR. 5	39562	224.47		

La Tabla 34 muestra la resistencia durante 14 días de cilindros de concreto con 12% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían entre 221.73 kg/cm<sup>2</sup> y 224.47 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 222.57 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 47**

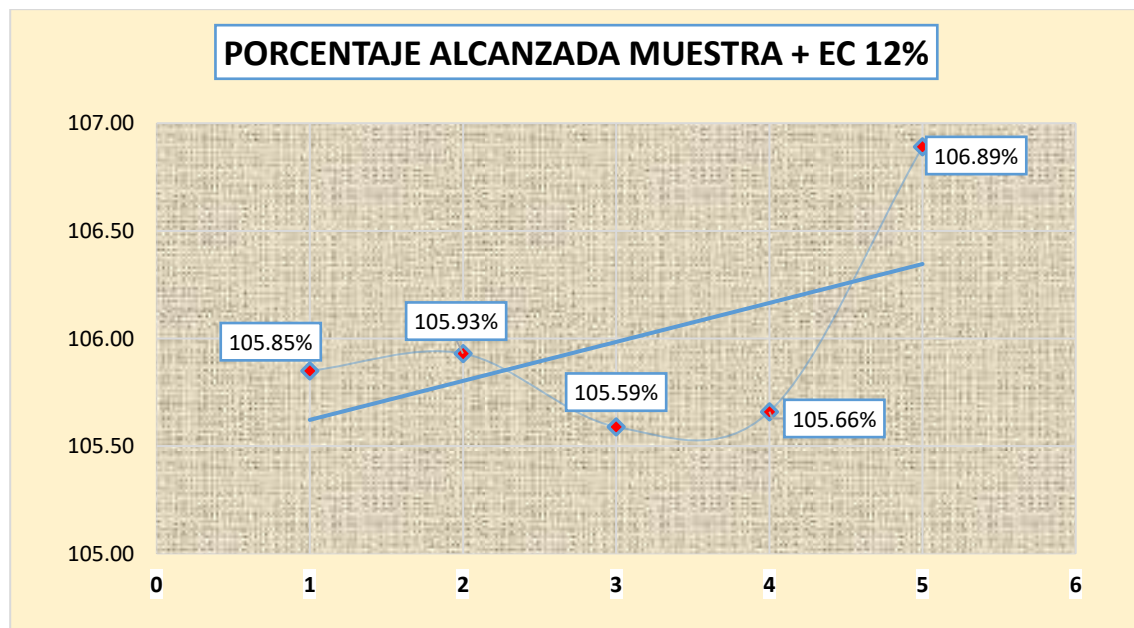
Resistencia lograda durante 14 días, del concreto + escoria de cobre al 12%.



La figura 47 muestra la resistencia lograda durante 14 días en concreto con 12% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 221.73 kg/cm<sup>2</sup> y 224.47 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la inclusión de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 48**

Porcentaje lograda durante 14 días, concreto + escoria de cobre al 12%.



La figura exhibe el porcentaje obtenido sobre la resistencia del concreto con escoria de cobre al 12%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 105.98%, siendo este positivo.

**Tabla 35**

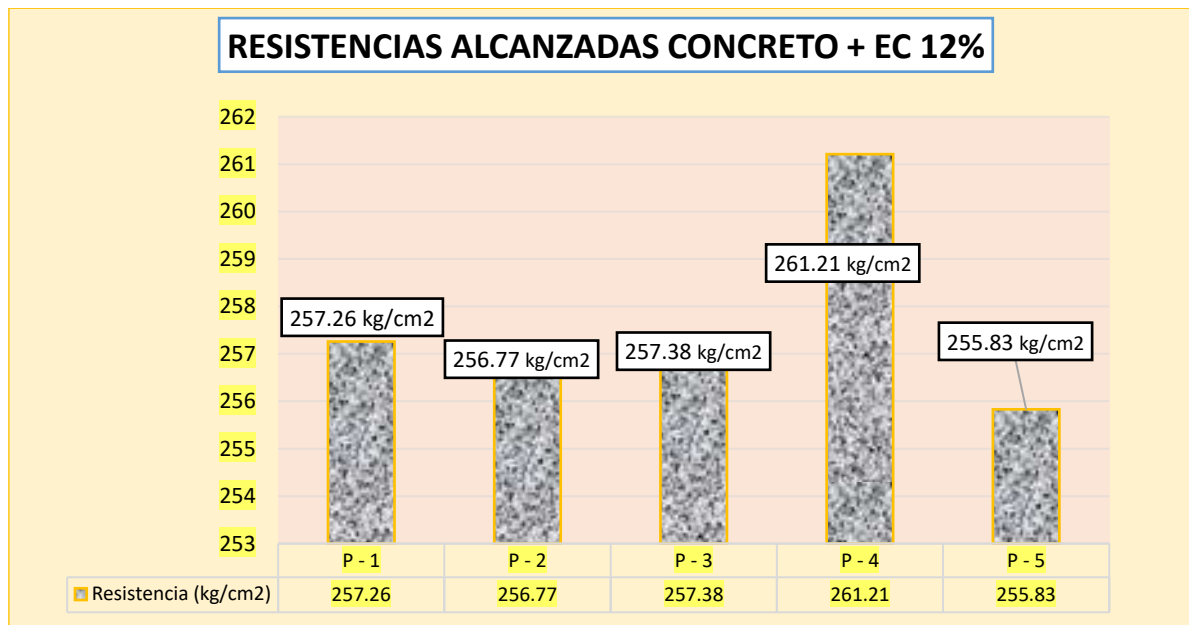
*Resistencia del concreto + escoria de cobre al 12%, durante 28 días.*

ESPEC.	CARGA	RUPTURA	EDAD	PROMEDIO
CILINDR. 1	45522	257.26		
CILINDR. 2	45436	256.77		
CILINDR. 3	45362	257.38	28	257.69 kg/cm <sup>2</sup>
CILINDR. 4	46036	261.21		
CILINDR. 5	45269	255.83		

La Tabla 35 muestra la resistencia durante 28 días de cilindros de concreto con 12% de escoria de cobre. Los valores de resistencia varían entre 255.83 kg/cm<sup>2</sup> y 261.21 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 257.69 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 49**

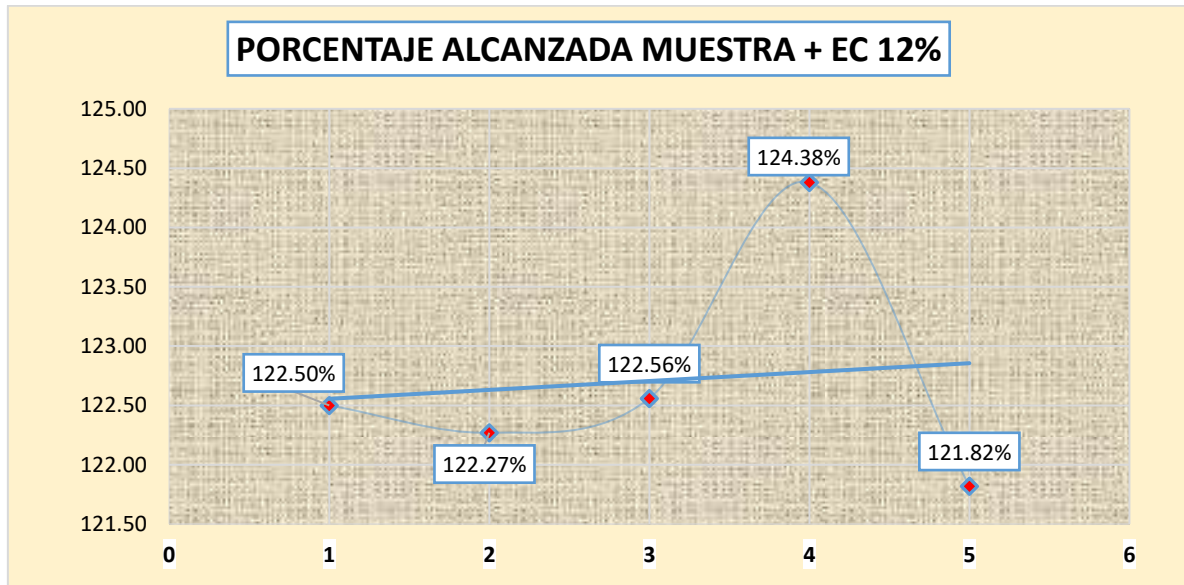
*Resistencia lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 12%.*



La figura 49 muestra la resistencia lograda durante 28 días en concreto con 12% de escoria de cobre. Los datos de resistencia varían ligeramente entre las probetas, con un rango de 255.83 kg/cm<sup>2</sup> y 261.21 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia consistente con la inclusión de escoria de cobre en el concreto.

**Figura 50**

*Porcentaje de lograda durante 28 días, concreto + escoria de cobre al 12%.*



La figura exhibe el porcentaje obtenido sobre el esfuerzo del concreto con escoria de cobre al 12%, elaborado con agregados naturales donde llega a un porcentaje de 122.71%, siendo este positivo.

#### 4.1.3.2 Cuadro comparativo de resistencias en edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 36**

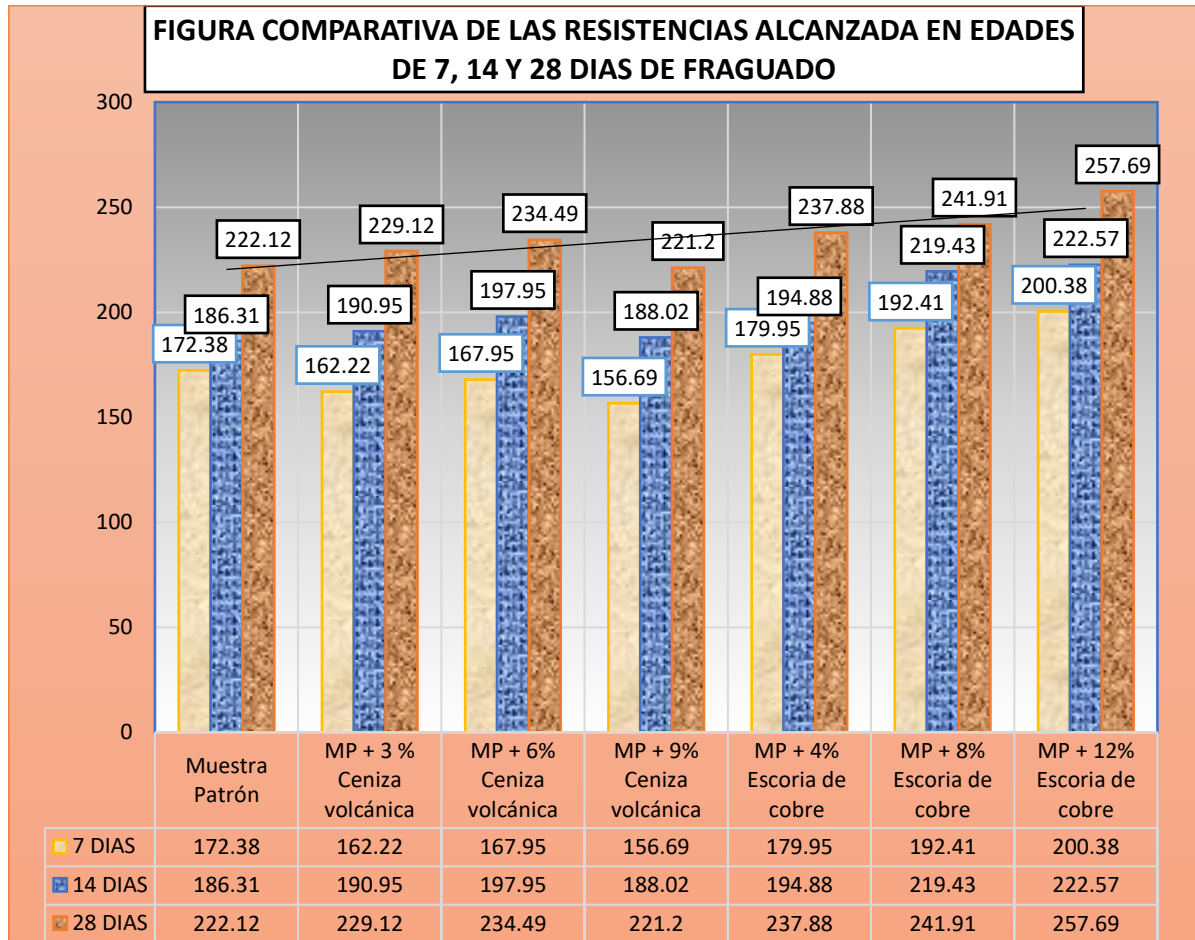
*Comparativo de las resistencias logradas en edades diferentes.*

Descripción	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Muestra Patrón	172.38	186.31	222.12
MP + 3 % Ceniza volcánica	162.22	190.95	229.12
MP + 6% Ceniza volcánica	167.95	197.95	234.49
MP + 9% Ceniza volcánica	156.69	188.02	221.20
MP + 4% Escoria de cobre	179.95	194.88	237.88
MP + 8% Escoria de cobre	192.41	219.43	241.91
MP + 12% Escoria de cobre	200.38	222.57	257.69

La tabla ilustra el comportamiento de las resistencias en edades de 7,14 y 28 días de fraguado, donde se analizaron la muestra patrón del concreto convencional y la muestra con el empleo de ceniza volcánica al 3%, 6% y 9%, la segunda fue con el empleo de escoria de cobre en porciones de 4%, 8% y 12%, siendo estos los valores dando resultados variables.

**Figura 51**

Comparativa del comportamiento de las resistencias en edades diferentes.



La figura ilustra las resistencias de los concretos experimentados en edades de 7, 14 y 28 días, donde se aprecia que la resistencia en su consolidación llegó a 222.12 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este un buen resultado, superando la resistencia diseñada, mientras con la adición de ceniza volcánica al 3%, 6% y 9% llegó a 229.12 kg/cm<sup>2</sup>, 234.49 kg/cm<sup>2</sup> y 221.2 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente se observa que la adición de este elemento es bueno pero en proporciones menores al emplear mayor proporción la resistencia se altera con la tendencia a la baja considerablemente esto debido a sus propiedades que posee. Mientras tanto el concreto con el empleo de escoria de cobre en porciones de 4%, 8% y 12% llegó a resistencia de 237.88 kg/cm<sup>2</sup>, 241.91 kg/cm<sup>2</sup> y 257.69 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente se observa que la adición de este elemento es buena ya que nos brinda resistencias altas, siendo positivo.



## 4.2 Discusión de resultados.

- Asentamiento

En este estudio, se llevó a cabo la prueba de asentamiento para evaluar la consistencia y trabajabilidad del concreto, un parámetro clave que indica la fluidez de la mezcla y su facilidad para ser manejada y colocada. Los resultados mostraron un valor de 3.8" para la muestra estándar, mientras que las mezclas con la inclusión de ceniza volcánica en proporciones de 3%, 6%, y 9% presentaron valores de 3.5", 3.1", y 2.8", respectivamente. De manera similar, el concreto con escoria de cobre mostró valores de asentamiento de 3.3" para una adición del 4%, 3" para el 8%, y 2.7" para el 12%.

Estos resultados sugieren que a medida que se incrementan las proporciones de ceniza volcánica y escoria de cobre en la mezcla, la consistencia del concreto se torna más seca. Este comportamiento es característico de materiales que incrementan la demanda de agua de la mezcla, resultando en concretos menos manejables. La reducción en el asentamiento podría atribuirse a la naturaleza altamente porosa y angular de estos materiales, que aumentan la fricción interna en la mezcla y, por ende, requieren más agua para mantener la misma fluidez. Este fenómeno es crucial para el diseño de mezclas, ya que afecta directamente la trabajabilidad y la calidad final del concreto.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

#### Efecto de la ceniza volcánica

Los resultados de la investigación sobre la resistencia a la compresión del concreto con adición de ceniza volcánica revelan un comportamiento variable en función de la proporción utilizada. A los 28 días de fraguado, se observaron los siguientes valores de resistencia: la muestra estándar alcanzó 222.12 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con un 3% de ceniza volcánica se registró una resistencia de 229.12 kg/cm<sup>2</sup>, con un 6% se alcanzaron 234.49 kg/cm<sup>2</sup>, y con un 9% la resistencia disminuyó a 221.2 kg/cm<sup>2</sup>.



Este patrón sugiere que la ceniza volcánica, en cantidades moderadas (hasta un 6%), puede actuar como una adición puzolánica beneficiosa, mejorando la resistencia del concreto debido a la reacción con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento. Sin embargo, al incrementar la proporción a un 9%, la resistencia disminuye, lo cual podría deberse a una saturación en la capacidad reactiva de la ceniza volcánica, que en exceso podría generar una mayor cantidad de compuestos de menor resistencia o una interferencia en el proceso de hidratación. Esto destaca la importancia de identificar una proporción óptima para maximizar los beneficios de la ceniza volcánica sin comprometer las propiedades mecánicas del concreto.

Los estudios de Corimanya Beltrán (2023) refuerzan esta tendencia, mostrando un aumento en la resistencia a la compresión con la inclusión de ceniza volcánica, aunque también advierten sobre la disminución de la resistencia con proporciones excesivas. En su investigación, se obtuvieron resistencias de 247.53 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra estándar, 252.27 kg/cm<sup>2</sup> con un 5% de ceniza volcánica, 261.27 kg/cm<sup>2</sup> con un 10%, y 238.90 kg/cm<sup>2</sup> con un 15%. Este comportamiento indica que, aunque la ceniza volcánica puede mejorar la resistencia, su uso debe ser cuidadosamente dosificado para evitar efectos adversos en la estructura final del concreto.

### Efecto de la escoria de cobre

La investigación sobre el uso de escoria de cobre en concreto también revela una tendencia positiva en cuanto a la resistencia a la compresión. A los 28 días de fraguado, la muestra estándar registró una resistencia de 222.12 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar escoria de cobre, la resistencia aumentó a 237.88 kg/cm<sup>2</sup> con un 4%, 241.91 kg/cm<sup>2</sup> con un 8%, y 257.69 kg/cm<sup>2</sup> con un 12%.

Estos resultados indican que la escoria de cobre, debido a sus propiedades físicas y químicas, puede actuar como un refuerzo en la matriz del concreto, mejorando la compactación y reduciendo la porosidad, lo que se traduce en una mayor resistencia. La escoria de cobre contiene compuestos que pueden participar en reacciones



secundarias durante la hidratación, contribuyendo a la formación de productos cementantes adicionales que mejoran la densidad y, por ende, la resistencia del concreto.

El estudio de Flores Gonzales y Fuentes Carranza (2021) apoya estos hallazgos, mostrando un incremento en la resistencia a la compresión con mayores proporciones de escoria de cobre. Sus resultados muestran valores de 238.00 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra estándar, 236.8 kg/cm<sup>2</sup> con un 10% de escoria de cobre, 269.2 kg/cm<sup>2</sup> con un 20%, y 272.5 kg/cm<sup>2</sup> con un 30%. Esto subraya la capacidad de la escoria de cobre para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, especialmente cuando se utiliza en cantidades adecuadas. Sin embargo, es crucial seguir investigando para determinar las proporciones óptimas que maximicen los beneficios sin comprometer otras propiedades del concreto, como la durabilidad o la trabajabilidad.



## CONCLUSIONES

- C.1. El ensayo de asentamiento mostró que la muestra patrón registró un valor de 3.8 pulgadas, mientras que las mezclas de concreto con ceniza volcánica presentaron asentamientos de 3.5, 3.1, y 2.8 pulgadas para adiciones del 3%, 6%, y 9%, respectivamente. De manera similar, las mezclas con escoria de cobre presentaron asentamientos de 3.3, 3.0, y 2.7 pulgadas para proporciones del 4%, 8%, y 12%. Estos resultados indican que, al incrementar la proporción de ceniza volcánica o escoria de cobre, la consistencia del concreto se vuelve más seca, reduciendo su manejabilidad.
- C.2. La resistencia durante 28 días de fraguado, la muestra patrón alcanzó una resistencia de 222.12 kg/cm<sup>2</sup>. Al adicionar ceniza volcánica, la resistencia aumentó a 229.12 kg/cm<sup>2</sup> con un 3%, a 234.49 kg/cm<sup>2</sup> con un 6%, y disminuyó a 221.2 kg/cm<sup>2</sup> con un 9%. Estos efectos sugieren que la adición del 6% de ceniza volcánica es la proporción óptima, ya que produce la mayor resistencia a la compresión.
- C.3. Para las mezclas con escoria de cobre, la resistencia alcanzó 237.88 kg/cm<sup>2</sup> con un 4%, 241.91 kg/cm<sup>2</sup> con un 8%, y 257.69 kg/cm<sup>2</sup> con un 12% de escoria. Se concluye que la adición del 12% de escoria de cobre proporciona una resistencia significativamente elevada, siendo esta proporción la más óptima para modernizar la resistencia del concreto.



## RECOMENDACIONES

- R.1. Se recomienda realizar una investigación sobre el comportamiento de la ceniza volcánica y la escoria de cobre en proporciones elevadas, específicamente en un concreto diseñado para pavimentos, con el fin de analizar cómo afecta el asentamiento del concreto en estado fresco.
- R.2. Se recomienda realizar investigaciones adicionales o experimentos sobre materiales como el sillar volcánico, además de desarrollar hormigones de alta resistencia, para examinar su relación con la proporción A/C y otras cualidades de los agregados. Esto facilitará una evaluación más precisa del comportamiento de estos materiales.
- R.3. Se recomienda realizar investigaciones adicionales o experimentos sobre las escorias y los desechos metálicos, además de diseñar concretos de alta resistencia para la construcción de viviendas y la pavimentación de vías.



## REFERENCIAS

- Antaurco Vega, D. J. (2019). *Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019*. Ancash: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44401>
- Aparicio López, C. A. (2014). *Uso de material reciclado de la industria del cobre en la producción de concreto*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7287>
- Apaza Chayña, A. U. (2022). *Influencia de la ceniza de totora y fibra de stipa ichu en las propiedades físicas - mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno - 2022*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/103138>
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria*.
- Barrientos-Monsalve, E. J. (2020). *Comportamiento del concreto ante la fibra y ceniza volcánica*. Colombia: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/726>
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- Caggiano, A., Folino, P., Lima, C., Martinelli, E., & Pepe, M. (2017). On the mechanical response of Hybrid Fiber Reinforced Concrete with Recycled and Industrial Steel Fibers. *Construction and Building Materials*, 147, 286-295. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.160>
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.



- Corimanya Beltran, R. (2023). *Influencia de la ceniza volcánica en el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, de la Cantera la Poderosa, Arequipa, 2022*. Arequipa: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/115732>
- Cuba Astrulla, R. A., & Humpire Viza, R. (2019). *Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas para un Concreto F'c =210 Kg/Cm<sup>2</sup> Y F'c=280 Kg/Cm<sup>2</sup> Usando Cemento Yura Tipo IP y Cemento Wari Tipo IP, con la Adición de Escoria de Cobre de la Minera Southern Perú, para la Ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9087>
- Diaz Rosero, Y. D. (2020). *Valorización de escoria de cobre como puzolana y agregado fino en morteros*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80436>
- Flores Gonzales, J. A., & Fuentes Carranza, J. (2021). *Diseño de concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021*. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68138>
- Frazão, C., Barros, J., Bogas, J. A., & García-Cortés, V. (2022). Technical and environmental potentialities of recycled steel fiber reinforced concrete for structural applications. *Journal of building Engineering*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103579>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Huamán Casaperalta, E. F. (2022). *Resistencia mecánica de concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021*. Arequipa: Universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13053>
- Jove Alvarez, F., & Mamani Apaza, M. A. (2022). *Adición de relave triturado no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno ,2022*.



Ollachea: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/86566>

LOPEZ, E. (2000). *NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO*. LIMA: ANGEL GOMEZ.

LOPEZ, E. (2005). *SUPERVICION DEL CONCRETO EN OBRA*. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA.

Molina Cuchipe, T. M. (2021). *Análisis comparativo de las cenizas volcánicas provenientes de los volcanes Cotopaxi, Pululahua, Chalupas, Guagua Pichincha y Tungurahua para su uso en la fabricación de concreto*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21675>

Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.

RIVERA, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. LIMA: LIMA.

TORRES, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles*. LIMA: UNI.

Ugarte Davila, R. C. (2023). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico modificado con adición de ceniza volcánica extraída de diferentes fases de depósito de caída del volcán Huaynaputina, Moquegua, 2022*.

Moquegua: Universidad Continental. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/13586>

Ventura Abad, E. M., & Quispe Sondor, Y. (2023). *Diseño de concreto incorporando residuos metálicos de obra para incrementar la resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  – Piura, 2023*. Piura: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130507>



## ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades de un concreto convencional con la aplicación de ceniza volcánica y escoria de cobre en el distrito de Santa Lucía?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar las propiedades de un concreto convencional con la aplicación de ceniza volcánica y escoria de cobre en el distrito de Santa Lucía.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Las propiedades de un concreto convencional se optimizarán con la aplicación de ceniza volcánica y escoria de cobre en el distrito de Santa Lucía.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Concreto convencional</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Ceniza volcánica</li> <li>•Escoria de cobre</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Propiedades del concreto convencional</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Asentamiento del concreto fresco</li> <li>•Resistencia a la compresión.</li> </ul>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza volcánica y escoria de cobre en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza volcánica en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de escoria de cobre en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de ceniza volcánica y escoria de cobre en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de ceniza volcánica en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de escoria de cobre en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>El efecto de la incorporación de ceniza volcánica y escoria de cobre mejorará la consistencia de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.</p> <p>La influencia de la aplicación de ceniza volcánica incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.</p> <p>La influencia de la aplicación de escoria de cobre incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Lucía.</p>		



Anexo 02. Certificados de Control de Calidad de Laboratorio



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : MAYO DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	487.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
N° 8	120.45	24.09	24.09	75.91	Wc -Peso del picnómetro con agua	1307.54
N° 16	65.74	13.15	37.24	62.76	W -Peso del Pic. + muestra + agua	1613.52
N° 30	74.62	14.92	52.16	47.84	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	155.28	31.06	83.22	16.78	Wc+B =	1808
N° 100	65.95	13.19	96.41	3.59	Wc+B-W =	194
N° 200	13.65	2.73	99.14	0.86	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.58 gr/cm <sup>3</sup>
FONDO	4.31	0.86	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	13.00
Mf = MÓDULO DE FINEZA					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.67 %

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	785.95
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
1"	62	1.77	1.77	98.23	Wc -Peso del picnómetro con agua	1307.54
3/4"	452	12.91	14.69	85.31	W -Peso del Pic. + muestra + agua	1791.87
1/2"	1116	31.89	46.57	53.43	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	568	16.23	62.80	37.20	Wc+B =	2108
N° 4	0	0.00	62.80	37.20	Wc+B-W =	316
N° 8	1302	37.20	100.00	0.00	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.53 gr/cm <sup>3</sup>
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	3500.00	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	14.05
					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	1.79 %

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICR - CAP. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	306.62
P.T.M. SECA	292.87
P.TARRO	51.25
P.AGUA	13.75
P.S.SECO	241.62
% HUMEDAD	5.69

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	442.48
P.T.M. SECA	428.12
P.TARRO	59.84
P.AGUA	14.36
P.S.SECO	368.28
% HUMEDAD	3.90

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9290	5920	2128	1584
9305	5920	2128	1591
9285	5920	2128	1581
			1585

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
11815	7105	3241	1453
11835	7105	3241	1459
11845	7105	3241	1463
			1458

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9485	5920	2128	1675
9495	5920	2128	1680
9485	5920	2128	1675
			1677

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12225	7105	3241	1580
12180	7105	3241	1566
12220	7105	3241	1578
			1575

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

**PROYECTO** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

### PROCESO DE DISEÑO:

**NORMAS:** ACI 211.1.74  
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días  
 entonces la resistencia promedio  $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARÁ EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4" (19.05mm)**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.53	2.58
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1575	1677
P.U. Suelto	1458	1585
% de Absorción	1.79	2.67
% de Humedad Natural	3.90	5.69
Modulo de Fineza	-	2.93

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal **3/4" (19.05mm)**
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m<sup>3</sup>**
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 372 \text{ Kg/m}^3$



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. Arnyldo Yana Torres

BIE : B006-00296460



De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.93 el peso específico unitario del agregado grueso varillado compactado de 1575 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.596 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.596) \cdot (1575) = 938 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (373) / (2.85 \cdot 1000) = 0.131 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (938) / (2.53 \cdot 1000) = 0.371 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.727 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.727) = 0.273 \text{ m}^3$$

$$(0.273) \cdot (2.58) \cdot 1000 = 704 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (938) \cdot (1.038992) = 975 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (704) \cdot (1.0569) = 744 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 938 \cdot \left( \frac{3.90 - 1.79}{100} \right) - 704 \cdot \left( \frac{5.69 - 2.67}{100} \right) = 164$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	164	0.44
Agreg. Grueso	938	2.52	975	2.62
Agreg. Fino	704	1.89	744	2.00
Aire	2.0 %		2.0 %	

### 8.77 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 84.87 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 111.18 Kg.
Agua efectiva	: 18.69 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CAJ INGENIERÍA CIVIL  
M.Sc. Arnaldo Yana Torres  
CIP: 103257

BIE: B006-00296460



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1.0 Bolsa de Cemento:</b>	<b>Redondeo</b>
- 1.89 p3 de Arena	1.9 p3 de Arena
- 2.69 p3 de Piedra Chancada	2.7 p3 de Piedra Chancada
- 19 Lt de Agua	19 Lt de Agua

### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

\* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

### OBSERVACIONES:

\*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

*Mga. Arnalda Yana Torres*  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

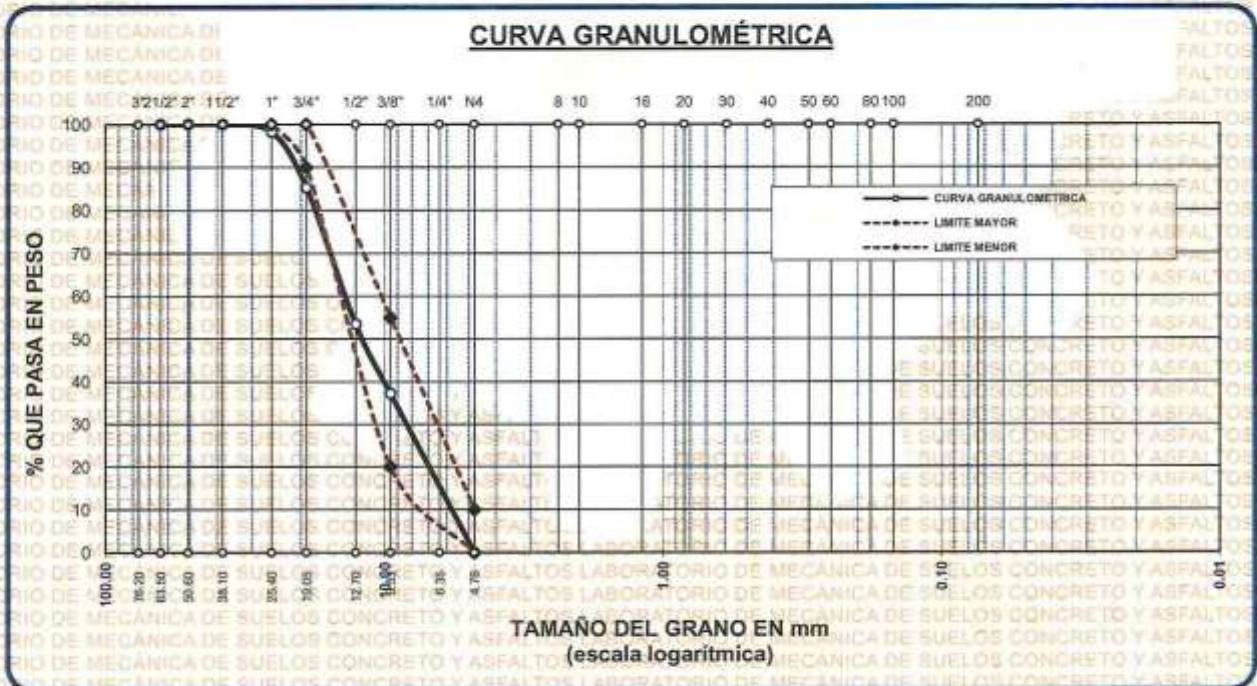
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1"	25.400	62.00	1.77	1.77	98.23		
3/4"	19.050	452.00	12.91	14.69	85.31	20 - 55 %	
1/2"	12.700	1116.00	31.89	46.57	53.43		
3/8"	9.525	568.00	16.23	62.80	37.20	0 - 10 %	
1/4"	6.350						
No#	4.760	1302.00	37.20	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.00	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 Mtro. Armando Yana Torres  
 C.P. 103257

BIE : B006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

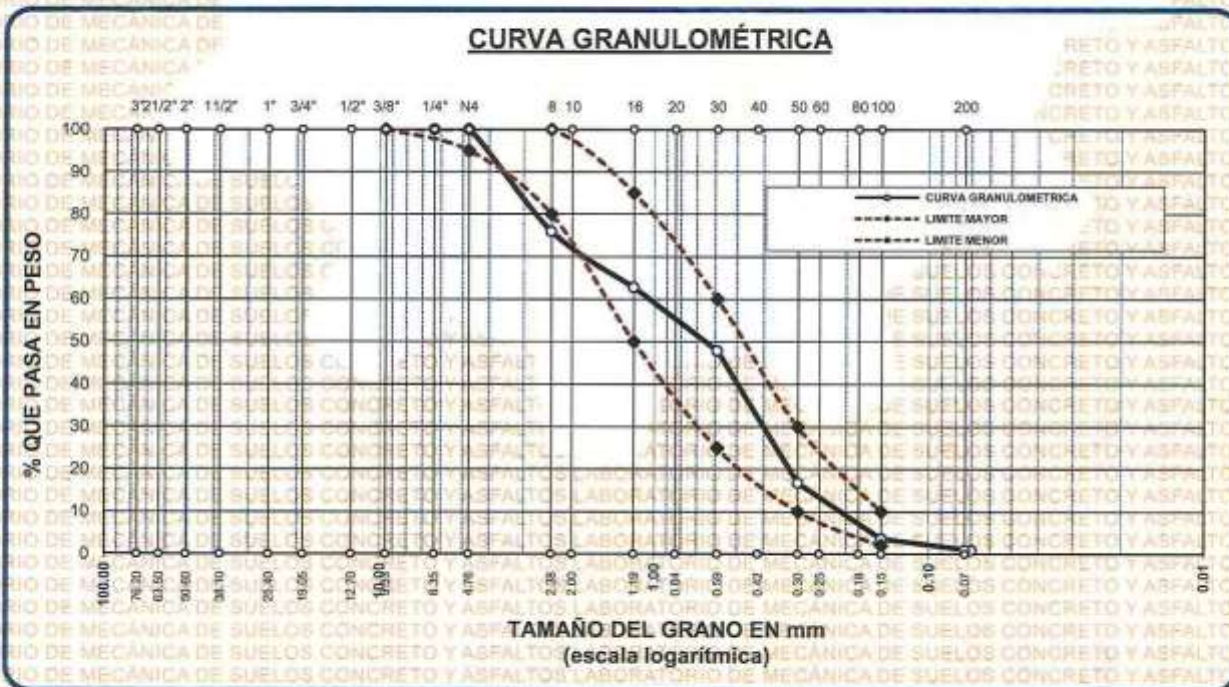
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.93
No8	2.380	120.45	24.09	24.09	75.91		
No10	2.000						
No16	1.190	65.74	13.15	37.24	62.76	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	74.62	14.92	52.16	47.84	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	155.28	31.06	83.22	16.78	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	65.95	13.19	96.41	3.59		
No200	0.074	13.65	2.73	99.14	0.86	2-10%	
BASE		4.31	0.86	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.86					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. Armandina Yana Torres  
 CIP: 1403217

BIE : B006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9290.00 gr	9305.00 gr	9285.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3370.00 gr	3385.00 gr	3365.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.584 gr/cm <sup>3</sup>	1.591 gr/cm <sup>3</sup>	1.581 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.585 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9485.00 gr	9495.00 gr	9485.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3565.00 gr	3575.00 gr	3565.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.675 gr/cm <sup>3</sup>	1.680 gr/cm <sup>3</sup>	1.675 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.677 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO M.S.C.A.L.  
 Ing. Arnoldo Yana Torres  
 615 1012

BIE : B006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11815.00 gr	11835.00 gr	11845.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4710.00 gr	4730.00 gr	4740.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.453 gr/cm <sup>3</sup>	1.459 gr/cm <sup>3</sup>	1.463 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.458 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12225.00 gr	12180.00 gr	12220.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5120.00 gr	5075.00 gr	5115.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.580 gr/cm <sup>3</sup>	1.566 gr/cm <sup>3</sup>	1.578 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.575 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Msc. Arnaldo Yana Torres  
C.R. 103257





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MAYO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
Nº DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	306.62
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	292.87
PESO DEL TARRO (gr.)	51.25
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	255.37
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	241.62
PESO DEL AGUA (gr.)	13.75
% HUMEDAD	5.69

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
Nº DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	442.48
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	428.12
PESO DEL TARRO (gr.)	59.84
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	382.64
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	368.28
PESO DEL AGUA (gr.)	14.36
% HUMEDAD	3.90

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



*Armando Sana Torres*  
Armando Sana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MAYO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30376	14.98	176.24	172.35	210	16/05/2024	22/05/2024	7	82.07	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30302	14.98	176.24	171.93	210	16/05/2024	22/05/2024	7	81.87	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30513	15.01	176.95	172.44	210	16/05/2024	22/05/2024	7	82.11	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30436	14.98	176.24	172.69	210	16/05/2024	22/05/2024	7	82.23	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30402	14.98	176.24	172.50	210	16/05/2024	22/05/2024	7	82.14	
Promedio De Esf. Rotura					172.38						82.09

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33242	14.98	176.24	188.61	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.82	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33102	14.98	176.24	187.82	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.44	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32562	15.01	176.95	184.02	210	16/05/2024	29/05/2024	14	87.63	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32362	15.01	176.95	182.89	210	16/05/2024	29/05/2024	14	87.09	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33168	14.98	176.24	188.19	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.62	
Promedio De Esf. Rotura					186.31						88.72

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39181	15.01	176.95	221.42	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.44	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39255	15.01	176.95	221.84	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.64	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39362	14.98	176.24	223.34	210	16/05/2024	16/06/2024	28	106.35	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39109	14.98	176.24	221.90	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.67	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39303	15.01	176.95	222.11	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.77	
Promedio De Esf. Rotura					222.12						105.77

#### BSERVACIONE

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Ing. Arnulfo Yana Torres  
CIP 103257

BIE : B006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MAYO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CENIZA VOLCÁNICA AL 3%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	AS %
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	28639	15.01	176.95	161.85	210	16/05/2024	22/05/2024	7	77.07
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28662	14.98	176.24	162.63	210	16/05/2024	22/05/2024	7	77.44
3	BRIQUETA DE PRUEBA	28625	14.98	176.24	162.42	210	16/05/2024	22/05/2024	7	77.34
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28622	14.98	176.24	162.40	210	16/05/2024	22/05/2024	7	77.33
5	BRIQUETA DE PRUEBA	28633	15.01	176.95	161.81	210	16/05/2024	22/05/2024	7	77.05
Promedio De Esf. Rotura					162.22					77.25

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	AS %
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33723	15.01	176.95	190.58	210	16/05/2024	29/05/2024	14	90.75
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33712	15.01	176.95	190.52	210	16/05/2024	29/05/2024	14	90.72
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33765	14.98	176.24	191.52	210	16/05/2024	29/05/2024	14	91.20
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33736	14.98	176.24	191.42	210	16/05/2024	29/05/2024	14	91.15
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33745	15.01	176.95	190.70	210	16/05/2024	29/05/2024	14	90.81
Promedio De Esf. Rotura					190.95					90.93

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	AS %
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	40468	15.01	176.95	228.70	210	16/05/2024	16/06/2024	28	108.90
2	BRIQUETA DE PRUEBA	40520	14.98	176.24	229.91	210	16/05/2024	16/06/2024	28	109.48
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40355	14.98	176.24	228.97	210	16/05/2024	16/06/2024	28	109.03
4	BRIQUETA DE PRUEBA	40433	14.98	176.24	229.42	210	16/05/2024	16/06/2024	28	109.25
5	BRIQUETA DE PRUEBA	40450	15.01	176.95	228.60	210	16/05/2024	16/06/2024	28	108.85
Promedio De Esf. Rotura					229.12					109.10

#### OBSERVACIONES

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Arnoldo Yane Torres  
CIP: 503257

BIE : B006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE:** BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA:** MAYO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CENIZA VOLCÁNICA AL 6%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29662	15.01	176.95	167.63	210	16/05/2024	22/05/2024	7	79.82
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29602	14.98	176.24	167.96	210	16/05/2024	22/05/2024	7	79.98
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29562	14.98	176.24	167.73	210	16/05/2024	22/05/2024	7	79.87
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29702	14.98	176.24	168.53	210	16/05/2024	22/05/2024	7	80.25
5	BRIQUETA DE PRUEBA	29713	15.01	176.95	167.92	210	16/05/2024	22/05/2024	7	79.96
Promedio De Esf. Rotura					167.95					79.98

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34945	14.98	176.24	198.28	210	16/05/2024	29/05/2024	14	94.42
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34995	14.98	176.24	198.56	210	16/05/2024	29/05/2024	14	94.55
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34862	15.01	176.95	197.02	210	16/05/2024	29/05/2024	14	93.82
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34825	14.98	176.24	197.60	210	16/05/2024	29/05/2024	14	94.09
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34952	14.98	176.24	198.32	210	16/05/2024	29/05/2024	14	94.44
Promedio De Esf. Rotura					197.95					94.26

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	41479	15.01	176.95	234.41	210	16/05/2024	16/06/2024	28	111.62
2	BRIQUETA DE PRUEBA	41362	15.01	176.95	233.75	210	16/05/2024	16/06/2024	28	111.31
3	BRIQUETA DE PRUEBA	41435	14.98	176.24	235.10	210	16/05/2024	16/06/2024	28	111.95
4	BRIQUETA DE PRUEBA	41398	14.98	176.24	234.89	210	16/05/2024	16/06/2024	28	111.85
5	BRIQUETA DE PRUEBA	41458	15.01	176.95	234.29	210	16/05/2024	16/06/2024	28	111.57
Promedio De Esf. Rotura					234.49					111.66

#### OBSERVACIONE

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

  
 Argandoña Torres  
 CIP 403257

BIE : 006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MAYO-DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CENIZA VOLCÁNICA AL 9%

3

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	27898	15.01	176.95	157.66	210	16/05/2024	22/05/2024	7	75.08
2	BRIQUETA DE PRUEBA	27458	14.98	176.24	155.80	210	16/05/2024	22/05/2024	7	74.19
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27951	14.98	176.24	158.59	210	16/05/2024	22/05/2024	7	75.52
4	BRIQUETA DE PRUEBA	27362	15.01	176.95	154.63	210	16/05/2024	22/05/2024	7	73.83
5	BRIQUETA DE PRUEBA	27632	14.98	176.24	156.78	210	16/05/2024	22/05/2024	7	74.66
Promedio De Esf. Rotura					156.69					74.62

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33189	14.98	176.24	188.31	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.67
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33202	14.98	176.24	188.39	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.71
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33210	15.01	176.95	187.68	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.37
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33102	15.01	176.95	187.07	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.08
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33250	14.98	176.24	188.66	210	16/05/2024	29/05/2024	14	89.84
Promedio De Esf. Rotura					188.02					89.53

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39012	14.98	176.24	221.35	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.41
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39022	14.98	176.24	221.41	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.43
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39102	15.02	177.19	220.68	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.09
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39058	14.98	176.24	221.61	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.53
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39095	15.01	176.95	220.94	210	16/05/2024	16/06/2024	28	105.21
Promedio De Esf. Rotura					221.20					105.33

#### OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

M.S.C.A.  
JEFATURA  
JULIACA

Mgtr. Armaldo Yana Torres  
C.I. 103257

BIE : B006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MAYO DEL 2024

#### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA DE COBRE AL 4%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	31776	15.01	176.95	179.58	210	16/05/2024	22/05/2024	7	85.51	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31795	14.98	176.24	180.40	210	16/05/2024	22/05/2024	7	85.91	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31762	14.98	176.24	180.22	210	16/05/2024	22/05/2024	7	85.82	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	31698	14.98	176.24	179.85	210	16/05/2024	22/05/2024	7	85.64	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	31802	15.01	176.95	179.72	210	16/05/2024	22/05/2024	7	85.58	
Promedio De Esf. Rotura					179.95						85.69

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34396	14.98	176.24	195.16	210	16/05/2024	29/05/2024	14	92.93	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34295	14.98	176.24	194.59	210	16/05/2024	29/05/2024	14	92.66	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34402	15.01	176.95	194.42	210	16/05/2024	29/05/2024	14	92.58	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34425	14.98	176.24	195.33	210	16/05/2024	29/05/2024	14	93.01	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34355	14.98	176.24	194.93	210	16/05/2024	29/05/2024	14	92.82	
Promedio De Esf. Rotura					194.88						92.80

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	41997	15.01	176.95	237.34	210	16/05/2024	16/06/2024	28	113.02	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	42032	15.01	176.95	237.54	210	16/05/2024	16/06/2024	28	113.11	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	42045	14.98	176.24	238.56	210	16/05/2024	16/06/2024	28	113.60	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	41996	14.98	176.24	238.30	210	16/05/2024	16/06/2024	28	113.47	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	42055	15.01	176.95	237.67	210	16/05/2024	16/06/2024	28	113.17	
Promedio De Esf. Rotura					237.88						113.28

**OBSERVACION**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Juliacá, 16 de Mayo del 2024

Mtro. *Yana Torres*

OR. 103257

BIF : R006-00296460



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MAYO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA DE COBRE AL 8%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33929	15.01	176.95	191.74	210	16/05/2024	22/05/2024	7	91.31
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34021	14.98	176.24	193.03	210	16/05/2024	22/05/2024	7	91.92
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33869	14.98	176.24	192.17	210	16/05/2024	22/05/2024	7	91.51
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33902	14.98	176.24	192.36	210	16/05/2024	22/05/2024	7	91.60
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34102	15.01	176.95	192.72	210	16/05/2024	22/05/2024	7	91.77
Promedio De Esf. Rotura					192.41					91.62

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38660	14.98	176.24	219.36	210	16/05/2024	29/05/2024	14	104.46
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38862	14.98	176.24	220.50	210	16/05/2024	29/05/2024	14	105.00
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38562	15.01	176.95	217.93	210	16/05/2024	29/05/2024	14	103.77
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38702	14.98	176.24	219.59	210	16/05/2024	29/05/2024	14	104.57
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38733	14.98	176.24	219.77	210	16/05/2024	29/05/2024	14	104.65
Promedio De Esf. Rotura					219.43					104.49

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	42703	15.01	176.95	241.33	210	16/05/2024	16/06/2024	28	114.92
2	BRIQUETA DE PRUEBA	42698	15.01	176.95	241.30	210	16/05/2024	16/06/2024	28	114.90
3	BRIQUETA DE PRUEBA	42733	14.98	176.24	242.47	210	16/05/2024	16/06/2024	28	115.46
4	BRIQUETA DE PRUEBA	43095	14.98	176.24	244.52	210	16/05/2024	16/06/2024	28	116.44
5	BRIQUETA DE PRUEBA	42458	15.01	176.95	239.94	210	16/05/2024	16/06/2024	28	114.26
Promedio De Esf. Rotura					241.91					115.20

#### OBSERVACIONE

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



*[Handwritten Signature]*  
Ing. Arnaldo Yana Torres  
C.I.F. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

**SOLICITANTE:** BACHILLER JOSEPH ANTONY SALAZAR-CHAMBI

**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA:** MAYO DEL 2024

#### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA DE COBRE AL 12%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	35512	15.01	176.95	200.69	210	16/05/2024	22/05/2024	7	95.57
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35402	14.98	176.24	200.87	210	16/05/2024	22/05/2024	7	95.65
3	BRIQUETA DE PRUEBA	35302	14.98	176.24	200.30	210	16/05/2024	22/05/2024	7	95.38
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34958	14.98	176.24	198.35	210	16/05/2024	22/05/2024	7	94.45
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35892	15.01	176.95	201.71	210	16/05/2024	22/05/2024	7	96.05
Promedio De Esf. Rotura					200.38					95.42

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39178	14.98	176.24	222.29	210	16/05/2024	29/05/2024	14	105.85
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39205	14.98	176.24	222.45	210	16/05/2024	29/05/2024	14	105.93
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39235	15.01	176.95	221.73	210	16/05/2024	29/05/2024	14	105.59
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39105	14.98	176.24	221.88	210	16/05/2024	29/05/2024	14	105.66
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39562	14.98	176.24	224.47	210	16/05/2024	29/05/2024	14	106.89
Promedio De Esf. Rotura					222.57					105.98

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	45522	15.01	176.95	257.26	210	16/05/2024	16/06/2024	28	122.50
2	BRIQUETA DE PRUEBA	45436	15.01	176.95	256.77	210	16/05/2024	16/06/2024	28	122.27
3	BRIQUETA DE PRUEBA	45362	14.98	176.24	257.38	210	16/05/2024	16/06/2024	28	122.56
4	BRIQUETA DE PRUEBA	46036	14.98	176.24	261.21	210	16/05/2024	16/06/2024	28	124.38
5	BRIQUETA DE PRUEBA	45269	15.01	176.95	255.83	210	16/05/2024	16/06/2024	28	121.82
Promedio De Esf. Rotura					257.69					122.71

#### OBSERVACIONE

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 Mtro. Gonzalo Jara Torres  
 C.P. 13257



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 26-05-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JOSEPH ANTONY SALAZAR CHAMBI

Dirección: Jr. HUASCAR 757

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72631458

Teléfono: 932 451 676 email: joseph.sach02@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE EMPLEO DE CENIZA VOLCÁNICA Y ESCORIA DE COBRE

SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL

EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO CONVENCIONAL, ASENTAMIENTO, CENIZA VOLCÁNICA, ESCORIA DE COBRE, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

26-08-2024

Fecha