



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULARAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA  
DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE  
PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. RUBEN MAMANI CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**202**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA  
DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE  
PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. RUBEN MAMANI CONDORI**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO


**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES


**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1761-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 15131 presentado por el (la) Bachiller: RUBEN MAMANI CONDORI 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. RUBEN MAMANI CONDORI, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024**, 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: RUBEN MAMANI CONDORI; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Miércoles 18 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 16:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - 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.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
  
Dr. Efraín Pantoja Sosa  
DIRECTOR



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 547-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 07588 por el o (la) Bachiller: RUBEN MAMANI CONDORI quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 503 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 107- 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: RUBEN MAMANI CONDORI, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024**, 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° 107- 2024 **aproband** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024**, 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 merito 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: RUBEN MAMANI CONDORI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

**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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
Dr. Efraín Pardo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 316-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de mayo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 5536, presentado el o (la) Bachiller RUBEN MAMANI CONDORI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 361-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 120 -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: RUBEN MAMANI CONDORI ha presentado su propuesta de investigación Títulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024, 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° 120 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024.

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 merito 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: RUBEN MAMANI CONDORI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Títulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024 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. MILTHON QUISPE HUANCA.

**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.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
  
DR. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECCIÓN  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
DIF  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

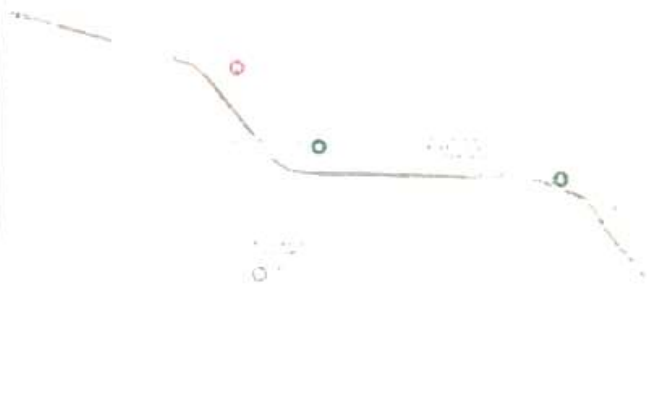
### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	14%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to University of Zululand Trabajo del estudiante	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	oa.upm.es Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Título de la tesis	
<b>ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	RUBEN MAMANI CONDORI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75955165
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0000-7219-0657">https://orcid.org/0009-0000-7219-0657</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
<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: Melgar  Distrito: Santa Rosa  Latitud: S 14° 36' 27"  Longitud: O 70° 47' 10"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/Pg4DmqYnT1rQ2JvE6">https://maps.app.goo.gl/Pg4DmqYnT1rQ2JvE6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 - Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<b>Ingeniería Civil</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a> <b>Ingeniería de Materiales</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a>
- Librería	

  
**Dr. Efrén Pajillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RUBEN MAMANI CONDORI, identificado con DNI  
Nro. 75955165, 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:

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y  
GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

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 06 de enero del 2025



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*A Dios, fuente inagotable de sabiduría y guía divina.*



## AGRADECIMIENTO

*Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron.*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xiv</b>

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.4.1 Justificación técnica.....	3
1.4.2 Justificación económica.....	4
1.4.3 Justificación social.....	4
1.4.4 Justificación ambiental.....	4
1.5 Hipótesis de la investigación.....	5
1.5.1 Hipótesis general.....	5
1.5.2 Hipótesis específicas.....	5
1.6 Variables e indicadores.....	5
1.6.1 Variable independiente.....	5



1.6.2	Variable dependiente .....	5
1.7	Operacionalización de variables.....	6

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación .....	7
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	7
2.1.2	Antecedente nacional.....	9
2.1.3	Antecedente de ámbito local .....	11
2.2	Bases teóricas .....	13
2.2.1	Concreto convencional .....	13
2.2.1.1	<i>Definición y composición del concreto convencional</i> .....	14
2.2.1.2	<i>Propiedades mecánicas del concreto convencional</i> .....	14
2.2.1.3	<i>Aplicaciones del concreto convencional</i> .....	15
2.2.2	Materiales reciclados en el concreto .....	16
2.2.2.1	<i>Fibra de limalla de acero reciclado</i> .....	17
2.2.2.2	<i>Granallas de plomo reciclado</i> .....	20
2.2.3	Adición de materiales reciclados al concreto.....	22
2.2.3.1	<i>Impacto ambiental de la adición de materiales reciclados</i> .....	23
2.2.3.2	<i>Efectos en las propiedades del concreto</i> .....	25
2.2.4	Métodos de evaluación de las propiedades del concreto.....	26
2.2.4.1	<i>Resistencia a la compresión</i> .....	27
2.2.4.2	<i>Resistencia a la tracción</i> .....	27
2.2.4.3	<i>Absorción de agua</i> .....	29
2.2.4.4	<i>Densidad</i> .....	30
2.2.4.5	<i>Otros métodos de valoración</i> .....	31
2.3	Marco conceptual.....	32
2.3.1.	Fibra de limalla de acero .....	32
2.3.2.	Granallas de plomo .....	33
2.3.3.	Curado .....	33
2.3.4.	Concreto .....	33
2.3.5.	Diseño de mezclas.....	33



2.3.6. Resistencia a la compresión..... 34

2.3.7. Tiempo de fraguado ..... 34

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Diseño de la investigación..... 35

3.2 Método de la investigación ..... 36

3.3 Nivel y tipo de la investigación ..... 36

    3.3.1 Nivel de la investigación .....36

    3.3.2 Tipo de la investigación .....37

3.4 Población y muestra de la investigación..... 37

    3.4.1 Población.....37

    3.4.2 Muestra.....38

3.5 Técnicas e instrumentos ..... 40

    3.5.1 Técnicas .....40

    3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación .....40

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento ..... 41

    3.6.1 Validación de los instrumentos .....41

    3.6.2 Confiabilidad de instrumentos .....42

3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos ..... 42

    3.7.1 Procedimiento del desarrollo de plan de investigación .....42

    3.7.2 Etapa de campo .....44

    3.7.3 Etapa de laboratorio .....45

    3.7.4 Etapa de gabinete .....53

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Resultados alcanzados a través de los estudios ..... 56

    4.1.1 Trabajabilidad de las unidades de albañilería convencionales .....61

    4.1.2 Resistencia a la compresión de las muestras evaluadas CP, LAR y GP .....64

    4.1.3 Resistencia a la flexión de las muestras evaluadas CP, LAR y GP .....88



<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>115</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>121</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables.....	6
<b>Tabla 2</b> Cantidad de muestras resistencia a la compresión.....	39
<b>Tabla 3</b> Detalle de las muestras sometidas a resistencia a flexión.....	40
<b>Tabla 4</b> Humedad presente en las muestras.....	56
<b>Tabla 5</b> Resultados de densidad y capacidad de retención de agua.....	57
<b>Tabla 6</b> Masa por unidad de volumen en condición suelta.....	57
<b>Tabla 7</b> Masa por unidad de volumen en condición compactada.....	58
<b>Tabla 8</b> Caracterización de los materiales agregados.....	59
<b>Tabla 9</b> Relación de materiales utilizados en la mezcla.....	60
<b>Tabla 10</b> Evaluación de la deformación inicial en las muestras.....	61
<b>Tabla 11</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra patrón-7 días.....	64
<b>Tabla 12</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 3% - 7 días.....	65
<b>Tabla 13</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 5% - 7 días.....	67
<b>Tabla 14</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 4% - 7 días.....	68
<b>Tabla 15</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 6% - 7 días.....	69
<b>Tabla 16</b> Sumario de resistencias promedios a compresión – 7 días.....	71
<b>Tabla 17</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra patrón-14 días.....	72
<b>Tabla 18</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 3% - 14 días.....	73
<b>Tabla 19</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 5% - 14 días.....	75
<b>Tabla 20</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 4% - 14 días.....	76
<b>Tabla 21</b> Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 6% - 14 días.....	77



<b>Tabla 22</b> <i>Sumario de resistencias promedios a compresión – 14 días</i> .....	79
<b>Tabla 23</b> <i>Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra patrón-28 días</i> .....	80
<b>Tabla 24</b> <i>Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>3% - 28 días</i> .....	81
<b>Tabla 25</b> <i>Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>6% - 28 días</i> .....	83
<b>Tabla 26</b> <i>Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 4% - 28</i> <i>días</i> .....	84
<b>Tabla 27</b> <i>Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 6% - 28</i> <i>días</i> .....	85
<b>Tabla 28</b> <i>Sumario de resistencias promedios a compresión – 28 días</i> .....	87
<b>Tabla 29</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra patrón 7 días</i> .....	88
<b>Tabla 30</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>3% 7 días</i> .....	90
<b>Tabla 31</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>6% 7 días</i> .....	91
<b>Tabla 32</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 4% 7 días</i> .....	92
<b>Tabla 33</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 6% 7 días</i> .....	94
<b>Tabla 34</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra patrón 14 días</i> .....	95
<b>Tabla 35</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>3% 14 días</i> .....	96
<b>Tabla 36</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>6% 14 días</i> .....	98
<b>Tabla 37</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 4% 14</i> <i>días</i> .....	99
<b>Tabla 38</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 6% 14</i> <i>días</i> .....	100
<b>Tabla 39</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra patrón 28 días</i> .....	102
<b>Tabla 40</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado</i> <i>3% 28 días</i> .....	103



<b>Tabla 41</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado</i>	
6% 28 días.....	104
<b>Tabla 42</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 4% 28</i>	
días .....	106
<b>Tabla 43</b> <i>Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 6% 28</i>	
días .....	107
<b>Tabla 44</b> <i>Sumario de las resistencias a los 28 días .....</i>	108
<b>Tabla 45</b> <i>Relación entre resistencia a la flexión obtenida y diseñada (%). .....</i>	110



ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** *Mapa ubicación del distrito de Cabanillas*.....38

**Figura 2** *Granallas de plomo*.....43

**Figura 3** *Limalla de acero reciclado*.....43

**Figura 4** *Análisis de partículas del agregado grueso*.....58

**Figura 5** *Análisis de partículas del agregado fino*.....59

**Figura 6** *Proporciones del diseño de mezcla*.....61

**Figura 7** *Relación de los asentamientos alcanzados*.....63

**Figura 8** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra patrón - 7 días*.....65

**Figura 9** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 3% - 7 días*.....66

**Figura 10** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 5% - 7 días*.....67

**Figura 11** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 4% - 7 días*.....69

**Figura 12** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 6% - 7 días*.....70

**Figura 13** *Relación de las resistencias - 7 días*.....71

**Figura 14** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra patrón - 14 días*.....73

**Figura 15** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 3% - 14 días*.....74

**Figura 16** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 5% - 14 días*.....75

**Figura 17** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 4% - 14 días*.....77

**Figura 18** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 6% - 14 días*.....78

**Figura 19** *Relación de las resistencias - 14 días*.....79

**Figura 20** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra patrón - 28 días*.....81

**Figura 21** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 3% - 28 días*.....82

**Figura 22** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 6% - 28 días*.....83

**Figura 23** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 4% - 28 días*.....85

**Figura 24** *Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 6% - 28 días*.....86

**Figura 25** *Relación de las resistencias - 28 días*.....87

**Figura 26** *Relación de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 7 días*.....89

**Figura 27** *Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 3% 7 días*  
.....90



**Figura 28** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 6% 7 días .....92

**Figura 29** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 4% 7 días 93

**Figura 30** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 6% 7 días 94

**Figura 31** Relación de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 14 días .....96

**Figura 32** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 3% 14 días .....97

**Figura 33** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 6% 14 días .....98

**Figura 34** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 4% 14 días ..... 100

**Figura 35** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 6% 14 días .....101

**Figura 36** Relación de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 28 días .....102

**Figura 37** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 3% 28 días ..... 104

**Figura 38** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 6% 28 días .....105

**Figura 39** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 4% 28 días .....106

**Figura 40** Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 6% 28 días ..... 108

**Figura 41** *Comparación de resistencias a flexión -28 días* .....109

**Figura 42** *Relación de resistencia mecánica ante flexión alcanzadas en %*.....111



## RESUMEN

Este estudio, titulado "Análisis comparativo de propiedades del concreto convencional con la incorporación de granalla de acero reciclado y perdigones de plomo en Santa Rosa 2024", tiene como objetivo mejorar la comprensión de los materiales de construcción. La implementación del estudio es crucial para investigar soluciones sostenibles y eficientes.

La metodología empleada integra un enfoque cuantitativo con un diseño experimental descriptivo y explicativo, fundamentado en el proceso científico. Esta investigación aplicada examina el impacto de los recursos reciclados en las características concretas.

La incorporación de fibras de acero recicladas al 3% y 5% condujo a una trabajabilidad reducida, produciendo valores de asentamiento de 3,64 pulgadas y 3,54 pulgadas, respectivamente. Por el contrario, la incorporación de perdigones de plomo presentó un asentamiento insignificante de 3,51 pulgadas, lo que cumplió con los parámetros permitidos según los criterios técnicos.

La incorporación de estos materiales demostró mejoras considerables en la resistencia a la compresión. La muestra inicial, que presentaba una resistencia de 213,21 kg/cm<sup>2</sup>, mostró mejora con la incorporación de un 5% de lima de acero reciclado, alcanzando una resistencia de 225,79 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, la adición de un 6% de perdigones de plomo mejoró la resistencia hasta 231,41 kg/cm<sup>2</sup>, superando los valores iniciales.

Los resultados sobre la resistencia a la flexión también fueron favorables. El hormigón estándar presentó una resistencia media de 27,41 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra que contenía una mayor cantidad de masilla de acero reciclado alcanzó 28,81 kg/cm<sup>2</sup>. El hormigón que contenía un 6% de perdigones de plomo mostró un aumento, alcanzando una resistencia de 28,94 kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras Clave:** Granalla de plomo, Compresión, Flexión, Limalla de acero.



## ABSTRACT

This study, entitled "Comparative Analysis of Conventional Concrete Properties with the Incorporation of Recycled Steel Grit and Lead Shot in Santa Rosa 2024," aims to enhance the understanding of construction materials. The implementation of the study is crucial to investigate sustainable and efficient solutions.

The employed methodology integrates a quantitative approach with a descriptive and explanatory experimental design, grounded in the scientific process. This applied research examines the impact of recycled resources on concrete characteristics.

The incorporation of recycled steel fibers at 3% and 5% led to reduced workability, yielding settling values of 3.64 inches and 3.54 inches, respectively. Conversely, the incorporation of lead shot exhibited a negligible settling of 3.51 inches, which adhered to the permitted parameters as per the technical criteria.

The incorporation of these materials demonstrated considerable enhancements in compressive strength. The initial sample, displaying a resistance of 213.21 kg/cm<sup>2</sup>, showed enhancement with the incorporation of 5% recycled steel file, attaining a resistance of 225.79 kg/cm<sup>2</sup>. Similarly, the addition of 6% lead shot enhanced the resistance to 231.41 kg/cm<sup>2</sup>, surpassing the initial values.

The results on flexural resistance were likewise favorable. The standard concrete exhibited an average strength of 27.41 kg/cm<sup>2</sup>, while the sample containing a higher quantity of recycled steel filler attained 28.81 kg/cm<sup>2</sup>. Concrete containing 6% lead shot exhibited an increase, attaining a strength of 28.94 kg/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Lead shot, Compression, Bending, Steel file.



## INTRODUCCIÓN

El hormigón es uno de los materiales de construcción más utilizados en el sector debido a su durabilidad, resistencia y versatilidad. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, posee ciertos límites en cuanto a su resistencia a la tracción, comportamiento bajo cargas dinámicas y vulnerabilidad al agrietamiento. El análisis de diversos aditivos y componentes reciclables en la mezcla de hormigón tiene como objetivo potenciar sus cualidades mecánicas y fomentar la sostenibilidad en la construcción.

En este contexto, la fibra de arena de acero reciclada y los perdigones de plomo han demostrado ser excelentes componentes para alterar las propiedades del hormigón tradicional. La fibra de acero, derivada de desechos industriales, se ha utilizado para mejorar la tenacidad, la resistencia a la fractura y el rendimiento posterior al agrietamiento del hormigón. Por el contrario, la perdigones de plomo, un subproducto del sector metalúrgico, puede mejorar la densidad del hormigón, haciéndolo más apropiado para aplicaciones particulares que requieren un material pesado y muy duradero.

Este estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de las características del hormigón convencional y el hormigón tratado con fibra de arena de acero reciclado y perdigones de plomo. La evaluación se concentrará en factores que incluyen la resistencia a la compresión, la flexión, la durabilidad y el rendimiento en condiciones ambientales desfavorables. Este estudio se realizará en el Distrito de Santa Rosa en 2024, permitiendo evaluar la viabilidad de estos materiales reciclados en una región específica, teniendo en cuenta sus propiedades técnicas e impactos ambientales.

Esta iniciativa tiene como objetivo mejorar la calidad del concreto abogando por la incorporación de materiales reciclados en la construcción, minimizando así los desechos



industriales y fomentando la sostenibilidad en el sector de la construcción de Santa Rosa y áreas comparables.

## Capítulo 1: Problema de Investigación

En este capítulo se presenta el problema central de la investigación, identificando las limitaciones del concreto convencional y la necesidad de buscar alternativas sostenibles para mejorar sus propiedades mecánicas y ambientales. Se justifica el uso de materiales reciclados como la fibra de limalla de acero y las granallas de plomo, destacando la relevancia de este estudio en el contexto del Distrito de Santa Rosa.

## Capítulo 2: Bases Teóricas

Aquí se abordan los fundamentos teóricos del concreto convencional, sus propiedades principales y las aplicaciones típicas. Además, se explica el uso de materiales reciclados, como la fibra de limalla de acero y las granallas de plomo, en la mejora de las características del concreto, así como estudios previos que respaldan el uso de estos aditivos.

## Capítulo 3: Metodología

En este capítulo se describe el proceso experimental de la investigación, incluyendo la selección de los materiales (concreto, fibra de limalla de acero y granallas de plomo), la preparación de las mezclas y los métodos de prueba utilizados para evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto modificado, como resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua.

## Capítulo 4: Conclusiones

Finalmente, se presentan las conclusiones basadas en los resultados obtenidos, destacando las mejoras o posibles limitaciones del concreto con aditivos reciclados. Se ofrecen recomendaciones para futuras investigaciones y se analizan las implicaciones de este estudio en la sostenibilidad y la viabilidad del uso de estos materiales reciclados en la construcción local y regional.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

La industria de la construcción está generando una creciente aprensión mundial debido a su insuficiente sostenibilidad y sus consecuencias ecológicas adversas. Varios países están abogando activamente por la implementación de prácticas sostenibles y el uso de materiales reciclados en la construcción para reducir el agotamiento de los recursos naturales y minimizar la generación de basura. Múltiples estudios de investigación han examinado la integración de elementos reciclados, como limalla de acero reciclado y granallas de plomo, en el hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas y reducir su impacto ambiental. (Ordinola Fuentes, 2022)

La industria de la construcción tiene una enorme importancia económica a nivel nacional, pero también genera una cantidad considerable de residuos y agota una gran cantidad de recursos naturales. Actualmente, hay un énfasis creciente en la utilización de materiales reciclados en la construcción para mitigar el impacto ecológico de la industria. Sin embargo, se necesitan investigaciones adicionales para evaluar los atributos específicos y la efectividad del concreto al incluir materiales reciclados dentro del contexto nacional único. (Cueva Torres & Sulca Pablo, 2019)



Un examen de las propiedades del hormigón convencional y del hormigón mejorado con limalla de acero reciclado y granallas de plomo podría proporcionar conocimientos valiosos sobre posibles opciones de materiales de construcción que sean respetuosos con el medio ambiente y rentables en la región. Esto tiene el potencial de mejorar la calidad de la construcción, reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción y promover el desarrollo sostenible en la provincia de San Román. (Quille Mamani & Vilca Noa, 2022)

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el distrito de Santa Rosa 2024?

### 1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es la incidencia de la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024?
2. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024?
3. ¿Cuál es el efecto del empleo de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024?



## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 *Objetivo general*

Comparar la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el distrito de Santa Rosa 2024.

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Determinar la incidencia de la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.
2. Determinar la influencia de la aplicación de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.
3. Determinar el efecto del empleo de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.

## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 *Justificación técnica*

Se está haciendo una comparación entre el concreto que contiene fibras de arena de acero recicladas y perdigones de plomo y el concreto normal en la región de Santa Rosa. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de estos componentes reutilizados en las características mecánicas, físicas y ambientales del concreto. El objetivo principal de este estudio es mejorar la efectividad y el respeto al medio ambiente de los proyectos de construcción en la región. Se llevó a cabo un estudio para investigar el impacto de la incorporación de perdigones de plomo y fibras de lima de acero reciclado en las características distintivas del material.



### **1.4.2 Justificación económica**

La utilización de elementos reciclados como fibra de limallas de acero reciclado y granallas de plomo ofrece una alternativa más rentable al hormigón tradicional. Reducción de costos: al emplear materiales reciclados, podemos disminuir los costos de producción al disminuir nuestra dependencia de recursos finitos y utilizar recursos que de otro modo se descartarían. Al integrar estos elementos rescatados en el proceso de fabricación del hormigón, es posible ahorrar gastos relacionados con la eliminación de basura.

### **1.4.3 Justificación social**

El uso de materiales reciclados, como fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo, puede promover el desarrollo de empleo al apoyar la economía circular y generar posibilidades de empleo en la industria del reciclaje local. El aumento de las oportunidades de empleo mejorará las condiciones socioeconómicas del vecindario. Mejora ambiental: el volumen de desechos eliminados en los vertederos y disminuir la extracción de recursos naturales.

### **1.4.4 Justificación ambiental**

Reducción de residuos: la utilización de materiales reciclados, como fibra de limalla de acero y granallas de plomo fabricados a partir de recursos reciclados. Minimizar la extracción de recursos naturales: Al incorporar materiales reciclados en la fabricación del hormigón, se reduce la necesidad de extraer recursos naturales frescos, salvaguardando así los ecosistemas y mitigando el deterioro ambiental vinculado a la extracción de materias primas.



## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 Hipótesis general

La diferenciación de las propiedades del concreto convencional con la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el distrito de Santa Rosa 2024, será positiva con ambos materiales.

### 1.5.2 Hipótesis específicas.

1. La incidencia de la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo será positiva.
2. La influencia de la aplicación de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo será positiva.
3. El efecto del empleo de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo será positiva.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 Variable independiente

Fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo

### 1.6.2 Variable dependiente

Proporciones del concreto

#### Indicadores:

- Asentamiento
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión

## 1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos De Medición</b>
<b>FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECYCLADO Y GRANALLAS DE PLOMO</b>	La fibra de lima de acero es una sustancia derivada del reciclaje de limaduras o virutas de acero.	Propiedades de la limalla de acero.	Dosificación de la limalla de acero en 3% y 5%.	Fichas de control de calidad de laboratorio
	Los granallas de plomo se refieren a pequeñas partículas de plomo que se utilizan como agregado en la producción de hormigón.	Propiedades de granallas de plomo.	Dosificación de las granallas de plomo 4% y 6%.	
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos De Medición</b>
<b>PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL</b>	Las propiedades del concreto son las características físicas y mecánicas que determinan su comportamiento y rendimiento en diversas aplicaciones de construcción.	Diseño de mezclas. Resistencia a la flexión.	Resistencia a la compresión de los testigos. Resistencia a la flexión de los testigos.	Equipos y herramientas.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, A. G. Bitencourt et al., (2019) en su trabajo titulado "Modelado numérico de hormigón armado con fibras de acero con una representación discreta y explícita de fibras de acero", Este trabajo propone un modelo numérico único basado en la técnica de acoplamiento de elementos finitos para predecir el comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero (SFRC) utilizando una descripción discreta y explícita de las fibras de acero. El material se describe como un compuesto formado por tres fases: hormigón, fibras discontinuas discretas y la interfaz fibra-matriz. Las fibras de acero se modelan utilizando un modelo constitutivo elastoplástico unidimensional con elementos finitos de dos nodos (elementos de armadura). Están dispuestos utilizando una distribución aleatoria uniforme isotrópica, teniendo en cuenta el efecto de pared del molde. Se propone modelar el complejo comportamiento no lineal de la interfaz fibra-matriz utilizando una técnica de acoplamiento no rígido. Esto se logra utilizando un modelo de daño constitutivo apropiado para describir la relación entre el esfuerzo cortante, también conocido como esfuerzo de adhesión, y el deslizamiento relativo de cada fibra contra la matriz. Un modelo de daño isotrópico que describe el comportamiento del concreto bajo tensión y compresión incluye dos variables de daño escalares independientes. Para aumentar la computabilidad y



durabilidad de los modelos de daño continuo utilizados para predecir el comportamiento de la matriz y la interfaz, se aplica una técnica de integración implícita-explicita. En experimentos numéricos se utilizan una fibra y una nube de fibras. El potencial del método numérico para simular el comportamiento del SFRC se demuestra comparándolo con datos reales. Este método puede resultar una herramienta útil para comprender los efectos de numerosos factores que contribuyen al proceso de falla de este material.

Seguidamente, Amin et al., (2022) En este trabajo se investiga "Hormigón reforzado con fibras de acero: una revisión sistemática del progreso de la investigación y el mapeo del conocimiento" Para determinar los componentes esenciales del hormigón reforzado con fibras de acero (CRFS), este estudio realizó un análisis cuantitativo de la literatura. La capacidad de los estudios de revisión estándar para sacar conclusiones racionales y metódicamente de varias secciones de la literatura está limitada. Hoy en día, las áreas de estudio más desafiantes incluyen el mapeo del conocimiento, la coocurrencia y la cocitación. La literatura necesaria para completar los objetivos del estudio se encontró y recuperó mediante el motor de búsqueda Scopus. El proceso de evaluación de datos produjo una serie de ideas, como regiones involucradas activamente en las investigaciones del SFRC, artículos destacados según las citas recibidas, fuentes de publicación relevantes, análisis de palabras clave y escritores prolíficos según las publicaciones y citas. Los datos de la literatura de 9562 artículos pertinentes (que incluían financiación, palabras clave, bibliografía, citas, resúmenes y otra información) se evaluaron utilizando el programa de software VOSviewer. También examinamos los usos y limitaciones del SFRC en la industria de la construcción, junto con posibles formas de sortear estas limitaciones. En junio de 2022, solo diecisiete revistas y conferencias figuraban como fuentes de publicación, a pesar de que se han publicado al menos cien artículos en SFRC.

### 2.1.2 Antecedente nacional

Para, Perez Mieses, (2021), su investigación titulada "Evaluación del pavimento rígido adicionando limalla de acero en el C.P Ranra, Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021" El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la influencia de la integración de fibras de acero en el hormigón para losas de pavimento rígidas diseñadas para tráfico pesado, específicamente en términos de resistencia mecánica. Esto se logró mediante la realización de estudios de laboratorio controlados para evaluar el desempeño del concreto con fibra de acero en comparación con el del concreto convencional. Las fibras de acero se incluyeron en concentraciones del 5% y 7%. Además, contribuimos a la mitigación de la contaminación ambiental recomendando el uso de un material con reciclabilidad restringida debido a su tamaño compacto. Por lo tanto, el estudio emplea un enfoque cuantitativo mediante la utilización de una metodología de investigación experimental y fundamental. El objetivo del encuentro es deliberar sobre estrategias para aumentar las características mecánicas del hormigón durante el proceso de solidificación. Buscando materiales o componentes de fácil acceso y asequibles. El principal objetivo de este trabajo es mejorar la durabilidad del hormigón bajo compresión y flexión, prediciendo con precisión su velocidad de corrosión. Esto se puede lograr integrando limaduras de acero, que se pueden obtener fácilmente de máquinas rectificadoras y tornos utilizados para cortar y rectificar piezas de automóviles. Al mismo tiempo, se encuentra en instalaciones de reciclaje, donde se utiliza para mejorar su durabilidad y vida útil.

Para, Deledesma Carrera, (2021) en su investigación titulada "Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, Huaraz - 2021" Este estudio tiene como objetivo examinar las características mecánicas del concreto cuando el agregado fino se reemplaza con virutas y limas de acero en proporciones del 4%, 6% y 8%. Las muestras de concreto se sometieron a pruebas de compresión después de 7, 14 y 28 días. Este estudio emplea un diseño experimental al incluir grupos intactos. En primer lugar, se evaluaron las



características de los áridos a utilizar para verificar que tanto los áridos finos como los gruesos cumplieran con los requisitos especificados en el PNT. Una vez obtenidos estos datos, se recogieron de los tornos las virutas y limaduras de acero generadas durante la operación con acero de alta calidad. Utilizando el Método ACI 211 se realizó el procedimiento de determinación de la composición de una mezcla de concreto para lograr una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En total se crearon 36 probetas cilíndricas de hormigón. Durante la prueba de liquidación se observó que existía una relación negativa entre el porcentaje de reposición y la liquidación. En consecuencia, a medida que aumentó la proporción de reemplazos, el acuerdo disminuyó. Más precisamente, cuando la proporción de sustituciones alcanzó el 8%, la liquidación se cuantificó en 2,9 en la escala de Slump. Las probetas superan la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> en términos de resistencia a la compresión, mostrando un aumento promedio del 14%. Al sustituir el 6% del agregado fino con virutas y limas de acero en el concreto, el nivel de resistencia aumenta en un 15% en comparación con el nivel previsto, lo que resulta en el resultado más óptimo.

Finalmente, Telada Tomas, (2021) nos dice que el presente estudio "Análisis de las propiedades del concreto con la adición de granallas de plomo" El estudio intentó determinar el efecto de la adición de granallas de plomo sobre las propiedades del hormigón. La investigación se llevó a cabo utilizando una metodología experimental, empleando un tamaño de muestra de 72 especímenes. Posteriormente, estos individuos fueron clasificados en 36 ejemplares que presentaron resistencia. La compresión y el uso de 36 vigas mejoran la resistencia estructural a la flexión. Se alterará la distribución incorporando granallas de plomo en proporciones del 5% y 10%, y realizando pruebas de fractura a las edades de 7, 14 y 28 días. La prueba estadística de Shapiro-Wilk produce un valor de p superior a 0,05, lo que indica un impacto positivo estadísticamente significativo. De manera similar, el uso de perdigones con 10% de plomo produjo la mayor cantidad de resistencia a la compresión, resultando en una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de 473,23



kg/cm. La introducción de granallas de plomo en una concentración del 5% demostró una mejora en la resistencia del material a la flexión. En relación a nuestro diseño, que requería una resistencia a la compresión de  $f'c = 320,00 \text{ kg/cm}^2$ , logramos un valor de compresión de  $f'c = 4,95 \text{ MPa}$  para el material de plomo. En sumario, se pudo esclarecer el efecto positivo de la inclusión de granallas de plomo sobre las propiedades del hormigón.

### **2.1.3 Antecedente de ámbito local**

Para, Suaña Apaza, (2021) su investigación titulada " Evaluación del concreto permeable adicionando virutas de acero para la sostenibilidad del pavimento en el Jr. Moquegua de la ciudad de Juliaca, 2021", El objetivo de este estudio es desarrollar un hormigón permeable que mejore la longevidad de los pavimentos mediante la incorporación de virutas de acero, facilitando el paso del agua a través del mismo. La población y muestra la componen la acera del Jr. Juliaca ubicada en Moquegua. El investigador empleó hojas de evaluación para evaluar las condiciones actuales y la efectividad del estudio propuesto. Según la medición estándar, las pruebas de laboratorio realizadas a la muestra cuando tenía 28 días arrojaron una resistividad de  $269,75 \text{ kg/cm}^2$ . La inclusión de virutas de acero en una concentración del 0,06% provocó un aumento significativo del 21,35% en la resistividad de la muestra en comparación con la muestra estándar. De manera similar, la adición de un 0,06 % de virutas de acero a la muestra estándar dio como resultado un aumento sustancial del 12,25 % en la resistencia a la flexión. La adición de virutas de acero a una concentración del 0,02% dio como resultado una tasa de permeabilidad de 0,34 cm/s. Por lo tanto, se afirma que ajustar las cantidades de virutas de acero tiene una influencia considerable en la resistencia a la compresión y a la flexión del hormigón permeable, al mismo tiempo que disminuye su permeabilidad.

Para, Quille & Vilca, (2022) su investigación titulada "Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  Juliaca, Puno 2022", Este estudio tuvo como objetivo examinar la influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con una resistencia a la



compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se llevaron a cabo experimentos para evaluar características físicas tales como asentamiento, temperatura del concreto, contenido de aire, peso unitario y porcentaje de vacíos. Además, se evaluaron las propiedades mecánicas, concretamente la capacidad de soportar compresión y flexión. Para lograr avances, era imperativo establecer un enfoque metódico para crear experimentos, elegir el tipo apropiado de investigación y emplear una metodología cuantitativa. Los resultados previstos se lograron incorporando virutas de aluminio en concentraciones del 0,5%, 1% y 1,5%, de acuerdo con los objetivos preestablecidos. En comparación con el hormigón normal, se descubrió que la inclusión de un 1,5% en volumen de acetato de vinilo (VA) mejora las propiedades mecánicas del hormigón. Sin embargo, no superó los valores de resistencia a la compresión del hormigón convencional. La resistencia a la compresión del hormigón típico alcanzó 298,09 kg/cm<sup>2</sup> después de un período de 28 días. Tras la utilización de 1,5% de acetato de vinilo (VA), la resistencia a la compresión mostró una reducción a 82,05 kg/cm<sup>2</sup>. El hormigón normal demostró una resistencia a la flexión de 42,52 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, este valor se redujo a 37,24 kg/cm<sup>2</sup> cuando se incluyó 1,5% VA. Sin embargo, la interacción entre el aluminio y el cemento tuvo un impacto sustancial en las características físicas. La reacción dio como resultado la generación de gas hidrógeno, lo que provocó la formación de poros en el hormigón. El hundimiento disminuyó de 8,26 cm a 2,82 cm. El uso de 1,5% de acetato de vinilo (VA) como agente inclusor de aire aumentó el contenido de aire en el hormigón al 4,9%. Estas alteraciones dieron como resultado una reducción en la densidad del concreto, teniendo el concreto estándar una densidad de 2249 kg/cm<sup>3</sup>. La adición de un 1,5% de virutas de aluminio dio como resultado una reducción del peso unitario a 2188 kg/cm<sup>3</sup>. Así, se puede inferir que la utilización de VA en concreto no estructural, con una resistencia de  $F'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, es adecuada debido a sus magnitudes disminuidas. Obtenido durante la prueba de compresión.



## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Concreto convencional

El Cemento Portland sirve como agente aglutinante que une los diferentes elementos del hormigón, asegurando su adherencia. El cemento Portland es una sustancia compuesta de clinker, que son pequeños agregados de material aglutinante, junto con otros componentes que incluyen yeso y productos químicos complementarios. Los componentes se pulverizan en partículas minúsculas para formar un polvo fino.

Estos componentes mejoran la durabilidad y robustez del hormigón y al mismo tiempo contribuyen al ahorro de costes al ocupar una proporción significativa de su volumen total.

El agua es fundamental para saturar el cemento e iniciar el proceso de solidificación y refuerzo del hormigón.

El hormigón tradicional se mezcla utilizando una determinada proporción de cemento, agua y agregados, de acuerdo con las pautas de diseño de mezclas establecidas. Después de combinarlos, los componentes se insertan en moldes o se aplican inmediatamente en la obra. Tras la compresión, el material sufre un proceso de solidificación y endurecimiento.

**Resiliencia física:** el hormigón tradicional exhibe una notable resistencia para soportar fuerzas de compresión, lo que lo hace muy adecuado para soportar pesos sustanciales.

**Durabilidad:** Presenta una resistencia excepcional a la corrosión, la abrasión y la intemperie, lo que garantiza una vida útil considerablemente prolongada.

**Trabajabilidad:** Demuestra una notable flexibilidad y puede manipularse y moldearse sin esfuerzo en diversas formas y estructuras.

**Economía:** Es un material rentable y fácilmente disponible.

El hormigón convencional se emplea comúnmente en diversas aplicaciones de construcción, incluidos cimientos, columnas, losas, muros y estructuras de edificios,

puentes, pavimentos y proyectos similares. La amplia adopción de este producto se puede atribuir a su rendimiento, versatilidad y durabilidad excepcionales.

### **2.2.1.1 Definición y composición del concreto convencional**

El hormigón convencional suele ser el preferido en la construcción por su notable durabilidad, resistencia y versatilidad. Esta sustancia se compone predominantemente. (Telada Tomas, 2021)

El cemento Portland actúa como aglutinante en el hormigón, garantizando la cohesión necesaria entre los distintos elementos. Este cemento se compone de clinker, que son nódulos diminutos de material aglutinante, junto con otros componentes como yeso y otros materiales. Los componentes se pulverizan para obtener un polvo fino.

Estos componentes mejoran la resistencia y solidez del hormigón, al tiempo que reducen los costes al ocupar una parte sustancial de su volumen total.

En sumario, el hormigón típico se compone de:

- Cemento Portland es una variedad única de cemento.
- Los áridos pétreos.

Los componentes se mezclan en proporciones exactas para formar una pasta que se endurece gradualmente, lo que le confiere su resistencia y longevidad características.

### **2.2.1.2 Propiedades mecánicas del concreto convencional**

Convencional están asociadas a su robustez y a su capacidad de reacción ante presiones externas. Las propiedades mecánicas importantes del hormigón tradicional incluyen: (Cueva Torres & Sulca Pablo, 2019)

Esta característica tiene importancia en situaciones donde el hormigón experimenta fuerzas de estiramiento, como en losas y vigas. Se pueden incorporar refuerzos de acero, como barras de refuerzo.

Cuantifica la rigidez del hormigón. La elasticidad del hormigón pertenece a la correlación entre la tensión aplicada y la consiguiente deformación dentro de su umbral elástico.

Posee una mayor ductilidad exhibe una mayor capacidad para resistir la deformación antes de fallar y proporciona una capacidad más robusta para absorber energía cuando se somete a cargas externas.

La tenacidad se refiere a la capacidad del hormigón para absorber energía sin sufrir fracturas. Una mayor durabilidad significa una mayor capacidad del hormigón para resistir impactos y cargas repetidas.

La fatiga es la capacidad del hormigón para resistir fallas cuando se somete a cargas repetitivas o cíclicas. La fatiga es una consideración esencial en escenarios donde el concreto está expuesto a cargas fluctuantes durante un período prolongado, como en puentes y pavimentos.

### 2.2.1.3 Aplicaciones del concreto convencional

Larga vida útil y facilidad de aplicación. El hormigón convencional se emplea con frecuencia para una amplia gama de aplicaciones debido a varios factores, entre ellos: (Espinoza Davila, 2021)

- El hormigón se emplea comúnmente en la construcción de cimientos duraderos y estables para construcciones como edificios, puentes y torres de energía. Las cimentaciones de hormigón se componen de varios elementos, como zapatas, losas o pilotes. Estos objetos están diseñados intencionalmente para distribuir y transmitir el peso de las construcciones por igual al suelo.
- Se requiere hormigón convencional para la construcción de columnas, vigas, losas y muros en edificios residenciales, comerciales e industriales. Garantiza que las construcciones posean robustez y estabilidad estructural duraderas, asegurando así su integridad y su vida útil prolongada.



- El concreto se emplea en la construcción de pavimentos de carreteras, calles, aceras y estacionamientos debido a su resistencia a la abrasión, el tráfico vehicular y las condiciones climáticas adversas. Los pavimentos de hormigón ofrecen una superficie duradera y de bajo mantenimiento para los automóviles.
- El hormigón se emplea en la fabricación de diversos elementos de infraestructura de transporte, como puentes, viaductos, túneles y muros de contención. Estas estructuras requieren el uso de materiales duraderos y resistentes para soportar cargas pesadas y condiciones climáticas adversas.
- El hormigón se utiliza comúnmente en la construcción de infraestructura hidráulica como presas, embalses, canales, terraplenes y estructuras de control de inundaciones debido a su capacidad para resistir el agua y formar una barrera estanca.
- El hormigón se emplea en la construcción de proyectos de infraestructura vital, como estaciones de tratamiento de agua, plantas de energía, instalaciones portuarias, aeropuertos y otras obras cruciales. El hormigón proporciona una base duradera y duradera para una amplia gama de estructuras y equipos.

Estos ejemplos ilustran la gama limitada de aplicaciones comunes del hormigón convencional. Sin embargo, su versatilidad permite su uso en una amplia gama de proyectos de construcción en todo el mundo. El atractivo de este producto surge de su amplia accesibilidad, efectividad económica y desempeño sobresaliente en diversas circunstancias y entornos.

### **2.2.2 Materiales reciclados en el concreto**

Los elementos reciclados en el hormigón son componentes que provienen de fuentes secundarias o residuales. Estos componentes se añaden a la mezcla de hormigón como sustitutos de los aditivos tradicionales, ya sea parcial o totalmente. Los materiales se someten a un meticuloso método de selección y procesamiento específicamente



diseñado para su utilización en la producción de hormigón. El objetivo es mejorar la sostenibilidad, disminuir la huella ecológica. (Abad et al., 2024)

Los áridos reciclados son áridos pétreos que se obtienen triturando hormigón reciclado u otros materiales procedentes de construcciones derribadas, como ladrillos y bloques de hormigón. Estos agregados tienen la capacidad de sustituir parcial o totalmente los agregados naturales en la mezcla de concreto, ofreciendo una opción más sustentable ambientalmente y disminuyendo la necesidad de recursos naturales.

Estos minerales son subproductos de operaciones industriales y pueden usarse en el concreto para mejorar sus cualidades. Estos materiales tienen la capacidad de sustituir parcialmente al cemento Portland.

Las fibras recicladas son fibras fortalecedoras obtenidas de materiales desechados o desechos industriales, como fibras de plástico, vidrio o acero. La incorporación de estas fibras a la mezcla de hormigón mejora su resistencia a la tracción, flexibilidad y resistencia al agrietamiento, particularmente en situaciones que necesitan una mayor durabilidad.

El agua reciclada, como el agua de lluvia o las aguas residuales tratadas, se puede utilizar durante el procedimiento de mezclado del hormigón para minimizar la necesidad de agua potable y mitigar las consecuencias impurezas y sustancias que pueden causar daño al agua, haciéndola limpia y apta para beber u otros usos.

La incorporación de materiales reciclados al hormigón proporciona un doble beneficio: disminuye los residuos de vertedero y mejora las características del hormigón.

### **2.2.2.1 Fibra de limalla de acero reciclado**

Las limaduras de acero reciclado se utilizan para mejorar la resistencia estructural durante la producción de hormigón. Las limaduras están compuestas de hilos finos y alargados elaborados a partir de acero reutilizado. (Suaña Apaza, 2021)

Las principales características de la fibra de limado de acero reciclado abarcan:

- El material reciclado se obtiene mediante la recolección y tratamiento de acero desechado, que incluye restos de láminas de metal o basura producida durante la fabricación industrial. Esta característica lo convierte en una opción práctica y ambientalmente inteligente.
- Las fibras de acero reciclado suelen tener una forma prolongada que parece plana o desigual cuando se observa desde un lado. Las dimensiones del artículo pueden variar según la composición precisa de la mezcla de hormigón y los requisitos del proyecto.
- Refuerzo estructural: la matriz de hormigón se refuerza con fibras de acero reciclado distribuidas uniformemente, que mejoran la capacidad de la estructura para soportar presiones tanto estacionarias como en movimiento, al mismo tiempo que controlan.
- La fibra de lima de acero reciclada se utiliza ampliamente en diversas aplicaciones de construcción, incluidas losas, pavimentos, revestimientos, secciones prefabricadas y estructuras de refuerzo.

La fibra de lamas de acero reciclada es un recurso muy demandado en el sector de la construcción. Mejora las propiedades y la eficacia del hormigón, generando beneficios tanto en términos técnicos como medioambientales. Además, reduce la dependencia de los recursos naturales y minimiza la producción de residuos.

### **Propiedades y características**

Las fibras de limas de acero reciclado poseen numerosas propiedades y cualidades que las hacen muy eficaces como refuerzo en hormigón. Algunos de estos atributos y cualidades incluyen: (Quille Mamani, 2022)



- Al incorporar fibras de relleno de acero reciclado al hormigón, se aumenta su resistencia mecánica, cargas de tracción y flexión. Esto reduce la probabilidad de fracturas y mejora la durabilidad del material.
- Antes de la fractura, estas fibras poseen la capacidad de experimentar un alargamiento sustancial, lo que les permite absorber energía e impedir la propagación de grietas en el hormigón.
- Garantizar una distribución uniforme de las fibras de relleno de acero reciclado en la mezcla de hormigón da como resultado una dispersión constante del refuerzo por todo el material. Esto da como resultado una mejora constante.
- Compatibilidad con otros materiales: Estas fibras se pueden combinar con otras sustancias utilizadas habitualmente en la producción del hormigón, como cemento, áridos y aditivos. Estas adiciones no tienen ningún efecto negativo sobre las propiedades del hormigón y pueden mezclarse fácilmente con los demás ingredientes.
- Resistencia a la corrosión: aunque el acero reciclado puede ser susceptible a la corrosión en algunas situaciones, las fibras de las limas de acero reciclado están recubiertas. Cuando se utiliza en aplicaciones de hormigón, esto garantiza una durabilidad duradera y un rendimiento confiable.
- Maniobrabilidad: Las fibras de la lima de acero reciclado son livianas y fáciles de manejar al mezclar y colocar concreto. Esto permite su incorporación a la mezcla y su distribución uniforme dentro de la sustancia.

Las fibras de relleno de acero reciclado tienen varias características y atributos que las hacen ideales para mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad del hormigón. Esta técnica tiene la capacidad de mejorar la producción de estructuras duraderas, duraderas y ecológicas en diversos entornos de construcción.



## 2.2.2.2 Granallas de plomo reciclado

La granallas de plomo reciclado consiste en pequeñas partículas o fragmentos de plomo que se obtienen mediante el reciclaje de objetos de plomo desechados, como baterías de vehículos, tuberías de plomo o aparatos electrónicos. Estas sémolas se someten a procedimientos de tratamiento y refinación para eliminar impurezas y mejorar su calidad, lo que las hace apropiadas para su uso. (Suaña Apaza, 2021)

- Las granallas de plomo reciclado poseen rasgos y cualidades distintos que se pueden delinear de la siguiente manera:
- El plomo, al ser un metal de alta densidad, hace que las granallas de plomo reciclado también posean una densidad significativa. Estos atributos los hacen extremadamente ventajosos en situaciones que requieren un aumento de peso o masa, como en la fabricación de contrapesos o la fortificación de estructuras.
- Maleabilidad: el plomo es un metal muy flexible que se puede reformar sin esfuerzo y sin fracturarse. Los granallas de plomo reciclado tienen una adaptabilidad excepcional para adherirse a diversas formas y superficies cuando se utilizan en contextos de construcción y fabricación.
- Resistencia a la corrosión: si bien el plomo puede sufrir corrosión en algunas circunstancias, las granallas de plomo reciclado se tratan ocasionalmente con productos químicos protectores para mejorar su resistencia a la corrosión y prolongar su durabilidad.
- Las propiedades amortiguadoras de los granallas de plomo reciclado son asombrosas y muestran una extraordinaria capacidad para absorber vibraciones. Su versatilidad lo hace ideal.
- El plomo posee un punto de fusión relativamente modesto, lo que facilita su producción y maleabilidad en diversas formas y productos finales.

Es fundamental enfatizar que la utilización de granallas de plomo reciclado en aplicaciones de construcción debe cumplir con estrictos requisitos ambientales y de seguridad. Si el plomo, un metal peligroso, no se manipula correctamente, puede presentar peligros.

### **Propiedades y características**

Los granallas de plomo reciclado poseen características y propiedades distintas que los hacen muy buscados para una amplia gama de aplicaciones industriales y de construcción. Entre los atributos y cualidades se encuentran: (Ordinola Fuentes, 2022)

- Los granallas de plomo reciclado tienen una alta densidad debido a la naturaleza sólida y compacta del plomo, que es un metal denso. Este atributo los hace extremadamente ventajosos en situaciones que requieren masa adicional, como en la fabricación de contrapesos o el refuerzo de estructuras.
- Maleabilidad: El plomo es un metal muy flexible al que se le puede dar forma o modificarlo fácilmente. Los granallas de plomo reciclado son extremadamente adaptables y pueden adoptar diferentes formas y usarse en una amplia gama de superficies, lo que los hace perfectos para una amplia variedad de propósitos arquitectónicos y de fabricación.
- Resistencia a la corrosión: si bien el plomo puede sufrir corrosión en algunas circunstancias, las granallas de plomo reciclado ocasionalmente se someten a recubrimientos protectores para mejorar su resistencia a la corrosión. Esto mejora la durabilidad del objeto y preserva su integridad estructural.
- La capacidad de absorción de vibraciones del granallas de plomo reciclado se atribuye a su alta densidad y maleabilidad, que le permiten atenuar y absorber vibraciones de manera efectiva. En consecuencia, tienen una gran demanda para la fabricación de estructuras que requieran un control eficiente de las vibraciones, como barreras acústicas o materiales para aislamiento acústico.



- El plomo posee un punto de fusión relaciónmente modesto, lo que facilita su cómoda manipulación y transformación en diversas formas y productos finales. Como resultado, se puede utilizar en muchos entornos industriales y de construcción diferentes.

Es fundamental reconocer que, debido a las características venenosas del plomo, la utilización de granallas de plomo reciclado debe cumplir estrictamente con rigurosas leyes ambientales y de seguridad para limitar los peligros potenciales.

### **2.2.3 Adición de materiales reciclados al concreto**

El método de integración de materiales reciclados en el hormigón implica introducir en la mezcla de hormigón componentes obtenidos mediante el reciclaje a lo largo de su proceso de fabricación. En este sentido, "materiales reciclados" se refiere a diversos residuos o subproductos producidos por las empresas. Estos materiales son sometidos a procedimientos de reciclaje con el fin de transformarlos en componentes funcionales para la producción de hormigón. (Ordinola Fuentes, 2022)

- Los materiales reciclados que se utilizan frecuentemente junto con el concreto abarcan, entre otros:
- Los áridos reciclados se refieren a partículas de hormigón fragmentadas o rocas naturales reutilizadas que se adquieren mediante la demolición de estructuras de hormigón u otros productos pétreos.
- El polvo de vidrio reciclado se refiere al vidrio que ha sido desechado, triturado y procesado finamente para su uso como relleno o ingrediente en mezclas de concreto.
- Los plásticos reciclados son materiales plásticos que han sido recuperados y procesados para ser utilizados como aditivos o rellenos en el hormigón. Esto se hace con el objetivo de mejorar cualidades mecánicas específicas o disminuir la cantidad necesaria de cemento.



- Material reciclado Las fibras son filamentos derivados de diversos materiales reciclados, como papel, plástico o metal.
- Los materiales reciclados, como escoria de fundición, escorias volantes y neumáticos reciclados, pueden servir como sustitutos de ciertos componentes convencionales en la fabricación de hormigón.

La integración de estos componentes reutilizados en el hormigón ofrece numerosas ventajas, como la minimización de residuos, la utilización de recursos sostenibles, la promoción de la sostenibilidad ambiental, la reducción de los costos de producción y la mejora de las propiedades del hormigón, particularmente en términos de durabilidad y resiliencia.

### **2.2.3.1 Impacto ambiental de la adición de materiales reciclados**

Esta definición considera muchas preocupaciones ambientales que pueden verse afectadas por la adopción de técnicas de reciclaje en la industria del concreto. A la hora de evaluar las consecuencias medioambientales de la incorporación de materiales reciclados al hormigón, es fundamental tener en cuenta varios elementos importantes. (Telada Tomas, 2021)

El uso de recursos reciclados en el hormigón puede tener consecuencias ambientales positivas. Promueve la sostenibilidad, reduce los residuos, preserva los recursos naturales, disminuye el uso de energía y mitiga los impactos ambientales negativos asociados con la fabricación de materiales de construcción. Convencional. Sin embargo, es fundamental evaluar cuidadosamente los efectos específicos en cada caso y considerar los métodos de gestión ambiental más efectivos para maximizar los beneficios ecológicos de incluir procesos de reciclaje en la industria del hormigón.

Uno de los objetivos principales del reciclaje y la reutilización de materiales en la producción es disminuir la necesidad de recursos esenciales. La utilización de materiales reciclados ayuda a la conservación de valiosos recursos naturales como el petróleo, la



madera y los minerales para las generaciones futuras al disminuir la necesidad de adquirir y refinar estos productos. La explotación de recursos conduce a la pérdida de hábitats y ecosistemas naturales. En consecuencia, es factible salvaguardar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos esenciales disminuyendo la explotación de recursos.

Minimizar los residuos es un aspecto esencial e integral. El método de integración desvía efectivamente los materiales reciclables de los vertederos e incineradores, lo que resulta en una reducción directa de la contaminación del suelo y el agua. Además, esto fomenta una economía circular, que busca maximizar la explotación de cosas y recursos minimizando el desperdicio y optimizando el consumo de recursos. Este enfoque promueve la sostenibilidad a largo plazo y al mismo tiempo reduce la basura.

Los materiales reciclados suelen consumir menos energía que utilizar materias primas frescas para la fabricación. El consumo de energía para procesar aluminio reciclado es hasta un 95% menor que el de producir metal nuevo. La huella energética del proceso de fabricación disminuye debido al menor uso de energía, lo que reduce la dependencia de combustibles fósiles. El reciclaje es crucial ya que mejora la eficiencia energética y, por lo tanto, reduce el impacto ambiental de las operaciones industriales.

La utilización de materiales reciclados proporciona el beneficio, La utilización de estos materiales tiene la capacidad de reducir sustancialmente las emisiones resultantes de la extracción, transporte y procesamiento de recursos frescos y sin explotar, incluido el dióxido de carbono. Para abordar el cambio climático, es crucial reducir las emisiones, ya que contribuirá a alcanzar los objetivos globales de reducción de emisiones. La reducción de emisiones tiene un impacto positivo en los ecosistemas locales y globales al promover un medio ambiente más limpio y sostenible.

La utilización de materiales reciclados tiene varios resultados ambientales positivos, uno de los cuales es la mitigación de la contaminación del agua y el suelo. La reducción de la cantidad de materias primas recogidas y procesadas da como resultado una disminución de la emisión de compuestos nocivos y metales pesados al medio ambiente. La disminución de las actividades mineras y madereras también mitiga el daño

ambiental y estético infligido a las áreas naturales, mejorando así su valor recreativo y estético. En resumen, la utilización de materiales reciclados tiene varios resultados ventajosos para el medio ambiente, como la reducción de residuos y la preservación de recursos.

### 2.2.3.2 Efectos en las propiedades del concreto

Cuando se combinan diferentes componentes, particularmente materiales reciclados como la fibra de cal. Acero reciclado y granallas de plomo. Esta definición proporciona un análisis exhaustivo de la amplia gama de influencias que los diferentes materiales pueden tener sobre las propiedades del hormigón. (Telada Tomas, 2021)

- Sin embargo, el uso de materiales reciclados alternativos puede debilitar potencialmente la resistencia duradera del hormigón.
- Trabajabilidad: La incorporación de componentes reciclados tiene la capacidad de influir en la trabajabilidad del hormigón, lo que se refiere a su facilidad de manipulación, posicionamiento y compresión durante la construcción. Los componentes reciclados específicos podrían aumentar la viscosidad y la adhesividad del hormigón, complicando así su administración. Además, componentes reciclados específicos pueden mejorar la trabajabilidad del hormigón actuando como lubricantes o reduciendo el contenido de agua requerido.
- La utilización de determinados materiales reciclados tiene la capacidad de impactar la reducción del volumen y la deformación del hormigón durante todo el proceso de solidificación y endurecimiento. Este fenómeno puede explicarse por las fluctuaciones.
- Estética visual: la incorporación de componentes reciclados en el hormigón puede afectar su apariencia, especialmente si las piezas recicladas tienen colores o texturas distintas. Si esto se relaciona con el atractivo estético o la funcionalidad depende de las circunstancias precisas de la implementación real.

La inclusión de componentes reciclados en el hormigón puede tener efectos diversos y complejos sobre sus características. Por lo tanto, es imperativo evaluar meticulosamente estos efectos al formular y especificar el concreto para garantizar la máxima eficiencia en ciertos usos. Programas de software.

#### **2.2.4 Métodos de evaluación de las propiedades del concreto**

Los métodos de evaluación de propiedades del concreto son las técnicas y procedimientos utilizados para medir y analizar muchas características del concreto, incluidas sus etapas original y endurecida. Estos enfoques proporcionan una evaluación de la calidad, eficiencia y características distintivas del concreto, que son esenciales para el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras de concreto. A continuación, se detallan las metodologías empleadas: (Suaña Apaza, 2021)

##### **En su estado prístino e inalterado:**

- La deformación del hormigón es un indicador fiable de su capacidad para fluir y ser manipulado. Se mide el desplazamiento vertical del hormigón para calcular su valor después de retirar un cono de Abrams.
- Configuración de tiempo: El tiempo requerido para que el concreto cambie de una condición líquida a un estado sólido se determina realizando pruebas de penetración o pruebas de asentamiento cronometradas.

##### **Cuando se encuentre en estado de solidificación o solidez:**

- La evaluación de la durabilidad del concreto implica realizar estudios para medir su capacidad para resistir la abrasión, soportar ciclos de hielo y deshielo, resistir la exposición a químicos y sufrir carbonatación. Estas condiciones y sustancias nocivas tienen el potencial de dañar el material.



- Atributos relacionados con las dimensiones, la forma y las propiedades espaciales: las inspecciones visuales, las mediciones dimensionales y las pruebas de calidad de la superficie se utilizan para evaluar y confirmar el tamaño, la uniformidad y la condición de la superficie de los componentes de concreto.

Estos métodos de evaluación proporcionan información esencial sobre las propiedades del hormigón, garantizando su idoneidad y eficiencia para determinadas aplicaciones, al tiempo que identifican los ajustes necesarios en el proceso de diseño o producción para lograr los resultados previstos.

#### **2.2.4.1 Resistencia a la compresión**

La propiedad en cuestión es de suma importancia a la hora de diseñar y evaluar estructuras de hormigón, ya que ofrece información valiosa sobre su capacidad de carga y su seguridad general. (Torres Delgado, 2019)

Las muestras de hormigón, normalmente en forma de cilindros o cubos, se someten a condiciones controladas en experimentos de laboratorio para evaluar su resistencia a la compresión. A lo largo de la prueba, se ejerce una magnitud de fuerza constante e invariable sobre la muestra hasta que se fractura.

Esta propiedad es crucial ya que el hormigón utilizado en las construcciones suele estar sujeto a fuerzas de compresión. Sin embargo, el período de tiempo específico puede diferir según las circunstancias únicas del proceso de curado y los materiales utilizados.

#### **2.2.4.2 Resistencia a la tracción**

La resistencia a la tracción, en el contexto del hormigón, se refiere a su tonelaje para soportar tensiones de tracción hasta llegar a un punto de falla o ruptura. (Flores Ruiz & Romero Mendo, 2023)

El hormigón exhibe una menor capacidad para resistir tensiones en comparación con su capacidad para resistir compresión, principalmente debido a su fragilidad y mayor



susceptibilidad a daños inducidos por tensión. Al diseñar y evaluar edificios de hormigón, particularmente en áreas propensas a fuerzas de flexión o tensión, es crucial tener en cuenta la resistencia a la tracción, ya que las tensiones de tracción pueden ser grandes. El refuerzo de acero, como barras de refuerzo o malla de acero, puede mejorar en gran medida.

El hormigón exhibe una notable capacidad para resistir la compresión, pero tiene una capacidad limitada para resistir la tensión debido a sus propiedades desiguales y quebradizas. La gestión eficaz de las tensiones de tracción es crucial en el diseño y análisis estructural, ya que pueden provocar grietas en el hormigón y, finalmente, fallos estructurales si no se controlan bien.

Se realiza comúnmente utilizando técnicas indirectas, como la prueba de flexión (a veces denominada módulo de ruptura) o la prueba de tracción indirecta (también llamada prueba brasileña). La prueba de flexión consiste en aplicar un peso al centro de una viga de hormigón hasta que se rompa. Esta prueba evalúa la capacidad del hormigón para soportar fuerzas de flexión, que incluyen tensiones y compresiones. Durante la prueba brasileña, se aplica una fuerza perpendicular a un cilindro de hormigón, lo que provoca que se produzca tensión en una dirección perpendicular al peso aplicado.

Es crucial para la creación de edificios que sufren cargas cíclicas, vibraciones, colisiones o cualquier circunstancia en la que puedan surgir tensiones de tracción sustanciales. El hormigón armado se crea incorporando refuerzos, como barras de acero o fibras formadas por elementos metálicos, de vidrio o sintéticos, al hormigón para mejorar sus propiedades. Estos refuerzos se utilizan para controlar la propagación de fracturas y mejorar la maleabilidad del material, permitiendo así que la estructura resista cargas de tracción de manera más efectiva.

Para mejorar la durabilidad del hormigón y su resistencia a las fuerzas de estiramiento y tracción, se puede emplear una mezcla de materiales cuidadosamente equilibrada y seguir un proceso de endurecimiento adecuado. La evaluación de la



resistencia a la tracción es esencial para mantener la integridad estructural y prevenir el deterioro temprano, mejorando así la durabilidad de las estructuras.

### 2.2.4.3 Absorción de agua

La capacidad de un material poroso, como el hormigón, de absorber agua cuando está húmedo o expuesto a circunstancias húmedas se conoce como absorción de agua. Tiene un impacto en la resiliencia y longevidad del material y sirve como un indicador crucial de su porosidad. (Cruzado de la Cruz & Rivera Chuñe, 2019)

- El agua puede penetrar y ser absorbida por los poros y capilares del hormigón. Esto podría tener una serie de efectos negativos:
- Corrosión del refuerzo: cuando el agua se filtra a través del hormigón y llega al refuerzo de acero, puede iniciar un proceso de corrosión que compromete la integridad estructural del hormigón.
- Expansión y contracción: el agua absorbente puede expandirse y congelarse en áreas vulnerables a los ciclos de congelación y descongelación, lo que provoca grietas en la superficie y otros daños.
- Degradación química: La matriz material del hormigón puede debilitarse por la introducción de sales y otros contaminantes por parte del agua.

Para que el hormigón se fortalezca y dure más tiempo es necesario regular adecuadamente la cantidad de agua que absorbe. Las estructuras de concreto se pueden fortalecer y hacer menos propensas a fugas de agua creando juntas adecuadamente, aplicando productos químicos impermeabilizantes al concreto, sellando las superficies expuestas y realizando un mantenimiento de rutina.



## 2.2.4.4 Densidad

La densidad de un material o sustancia es una característica física que indica cuánta masa tiene en un volumen específico. La densidad es un factor crucial que afecta las características mecánicas y el comportamiento de materiales de construcción como el hormigón en diversas aplicaciones. (Huancas Correa, 2020)

- Variación por material: El tipo y composición del material influyen en la densidad. Por ejemplo, la densidad del hormigón convencional suele estar entre 2400 y 2600 kg/m<sup>3</sup>; las densidades del acero, el vidrio y la madera varían significativamente.
- La densidad afecta las decisiones sobre diseño y construcción, así como la elección de los materiales utilizados en el diseño estructural. Los materiales más densos suelen pesar más, lo que puede afectar la resistencia de una estructura y su capacidad para soportar más peso.
- Propiedades mecánicas: La densidad del material está relacionada con su materiales más densos son generalmente más fuertes y resistentes.
- Los experimentos se utilizan para medir la masa y el volumen de un material con el fin de determinar su densidad. Se pueden utilizar muestras de hormigón y métodos particulares en un laboratorio para determinar la densidad de materiales particulares.
- Aplicaciones en construcción: La densidad del concreto afecta su comportamiento durante los procesos de curado, fraguado e instalación. Afecta su capacidad para transportar cargas y soportar el mal tiempo.

El hormigón de alta densidad ofrece una mayor resistencia estructural y una mayor protección contra la radiación, mientras que el hormigón de baja densidad se utiliza en situaciones en las que se desea reducir el peso o mejorar el aislamiento térmico y acústico.

La densidad de una sustancia es vital en la fabricación de barcos, submarinos y aviones, ya que impacta directamente en su capacidad para flotar o volar. En el ámbito de



la meteorología, la densidad del aire sufre variaciones en función de los cambios de altitud y temperatura, impactando así en la presión atmosférica y en la formación del viento.

Además, la densidad es de suma importancia en la evaluación y clasificación de compuestos. La densidad juega un papel crucial en la industria de los metales al distinguir entre diferentes aleaciones y calcular la cantidad de material necesaria para producir componentes específicos. En el sector médico, la densidad ósea es un indicador importante de la salud ósea y se utiliza para diagnosticar enfermedades como la osteoporosis.

En esencia, la densidad es una característica física fundamental que influye en gran medida en nuestra comprensión de la composición y el comportamiento de los materiales en diversas situaciones prácticas. Comprenderlo y medirlo es esencial para el avance y la evaluación de objetos y estructuras en muchas industrias.

#### **2.2.4.5 Otros métodos de valoración**

Los métodos de evaluación son las herramientas y procesos utilizados para evaluar y examinar diversas características y calidades. Estos pasos son necesarios para que las construcciones sean resistentes y seguras: (Asocem, 2018)

Métodos de evaluación particulares:

- Se aplican fuerzas comprimidas a muestras de hormigón cilíndricas o cúbicas hasta que se rompen. Los megapascales, o MPa, son una medida de la resistencia a la compresión y, por tanto, son un indicador importante de la calidad del hormigón.
- Pruebas de Absorción de Agua: Estas pruebas establecen la capacidad de absorción de agua del concreto. Esto es necesario para determinar la resistencia a la intemperie del hormigón. Se fabrican sumergiendo muestras de hormigón en agua durante un período de tiempo predefinido, tras el cual se calcula el volumen de agua absorbida.



- Pruebas de Densidad y Peso Específico: Los resultados de estas pruebas dan la densidad y el peso específico del concreto, que son información importante para, se emplea un método diferente.
- La resistencia del hormigón al desgaste y la abrasión superficial se mide mediante ensayos de dureza superficial. La técnica más popular para determinar la dureza de una superficie es la prueba del péndulo de Schmidt.
- Evaluación de la permeabilidad: las pruebas de permeabilidad determinan cuánto líquido puede pasar a través de los poros y capilares del hormigón. Para evaluar la resistencia del hormigón a los líquidos, especialmente al agua, es necesario determinar su permeabilidad.
- Pruebas de adherencia y adherencia: Estas pruebas evalúan la resistencia de unión del hormigón con diversos materiales, como las barras de refuerzo de acero. La adherencia es fundamental para la durabilidad.
- Pruebas de contracción y expansión del concreto: estas pruebas miden las formas en que los cambios de temperatura y humedad hacen que el concreto se contraiga y expanda. Esto es fundamental para evitar daños y grietas en las estructuras de hormigón.

Se requieren varios métodos de evaluación para garantizar que el hormigón cumpla con estándares específicos de diseño y calidad. Cada método produce datos reveladores sobre las propiedades y el comportamiento del hormigón bajo diferentes cargas y condiciones.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1. Fibra de limalla de acero**

Residuos metálicos finos generados durante el proceso de mecanizado del acero, como el corte o el pulido, que tienen una alta concentración de hierro. Se utiliza como



material reciclado para reforzar y mejorar las propiedades del concreto, especialmente en términos de resistencia y durabilidad. (Aparicio & Andrés, 2020)

### **2.3.2. Granallas de plomo**

Pequeñas esferas de plomo, subproducto de procesos industriales como la fundición o el granallado. Se caracterizan por su alta densidad y resistencia, y se emplean en la modificación de concreto para aumentar su peso y mejorar su capacidad de absorción de impactos. (Cruzado de la Cruz & Rivera Chuñe, 2019)

### **2.3.3. Curado**

Uno de los pasos más importantes en la construcción de estructuras de hormigón es el proceso de curado. El hormigón debe mantener la humedad, la temperatura y el tiempo de curado correctos. Un curado adecuado maximiza el rendimiento a largo plazo del material y conduce al mejor crecimiento potencial de resistencia, durabilidad y densidad. (Pérez & Fernando, 2016)

### **2.3.4. Concreto**

El hormigón es un material compuesto utilizado en la construcción que consiste en una mezcla de cemento, áridos (como grava y arena), agua y, a veces, aditivos. Cuando el agua y el cemento se mezclan, forman un material viscoso que recubre las partículas. Durante el proceso de solidificación, esta sustancia sufre una transformación y se convierte en un sólido resistente y robusto. Este material se utiliza con frecuencia en la construcción de estructuras por su durabilidad, versatilidad y capacidad para moldearse en diversas formas. (Shimokawa & Antonio, 2020)

### **2.3.5. Diseño de mezclas**

El diseño de la mezcla es el método utilizado para calcular las proporciones ideales de cemento, áridos, agua y aditivos. Utilizando este método, podemos garantizar que el



hormigón tendrá durabilidad, será manejable en términos de construcción y será rentable.

El objetivo de esta técnica es generar hormigón con las características precisas necesarias para un proyecto concreto seleccionando y mezclando meticulosamente los componentes adecuados. (Amorós Morote & Bendezú Ulloa, 2019)

### **2.3.6. Resistencia a la compresión**

Para evaluar la durabilidad del hormigón, los investigadores cuantifican la carga máxima que puede soportar un cubo o cilindro antes de fracturarse debido a una presión consistente. La utilización y viabilidad del hormigón en el sector de la construcción se ven influidas significativamente por una característica inherente a la sustancia. (Barboza et al., 2021)

### **2.3.7. Tiempo de fraguado**

El tiempo de fraguado de una mezcla de hormigón o mortero es el periodo que tarda el agua en reaccionar químicamente con el cemento, lo que da lugar al primer endurecimiento del material y a la pérdida de su capacidad para moldearse. La duración se compone de dos fases distintas: el inicio del proceso de endurecimiento de la mezcla, conocido como primer tiempo de fraguado, y el momento en que la mezcla ha alcanzado un grado apreciable de dureza, denominado tiempo de fraguado final. La duración del fraguado es un factor crítico a la hora de determinar el tiempo total necesario para ejecutar diferentes trabajos en una obra. (Chinguel Delgado, 2020)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es definido como "el plan general que establece cómo se estructurará el estudio, incluyendo las estrategias para recolectar, analizar e interpretar datos, con el propósito de responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos propuestos" (Hernández et al., 2014, p. 115). Este diseño organiza de manera lógica las actividades necesarias para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, facilitando el desarrollo de un estudio riguroso y sistemático. (Amorós Morote & Bendezú Ulloa, 2019)

El diseño de la investigación es la planificación sistemática y estructurada que determina cómo se llevará a cabo un estudio para abordar las preguntas de la investigación y cumplir los objetivos especificados. Este diseño sirve como un marco que organiza sistemáticamente cada fase del proceso investigativo, garantizando que las acciones se ejecuten de manera lógica, cohesiva y eficiente. Además, delinea las metodologías de recolección de datos, las variables a analizar y los procedimientos empleados para validar los resultados adquiridos. El objetivo principal es garantizar que el estudio sea riguroso, controlado y reproducible, de modo que las conclusiones sean confiables y pertinentes para el tema en cuestión.

### 3.2 Método de la investigación

El método de investigación se describe como "el conjunto de procesos sistemáticos que un investigador utiliza para recopilar, analizar e interpretar información con el fin de generar nuevo conocimiento o resolver un problema planteado" (Sampieri et al., 2014, p. 69). Este método asegura que el proceso investigativo sea objetivo, controlado y basado en evidencia empírica, contribuyendo al rigor científico del estudio. (Reyes, 2022)

El método de investigación denota un marco sistemático de métodos, estrategias y técnicas empleadas para recopilar, analizar e interpretar datos con el fin de abordar un problema de investigación o generar nueva información. Este método dota a los investigadores de instrumentos esenciales para examinar un fenómeno de manera objetiva y sistemática, asegurando así la validez y confiabilidad de las conclusiones alcanzadas. La técnica de investigación delinea la adquisición de la información necesaria, su procesamiento y la verificación de la hipótesis presentada. El estudio puede emplear metodologías cualitativas, cuantitativas o mixtas, dependiendo de su naturaleza, y puede involucrar métodos como observación, experimentación, medición, análisis estadístico y revisión de datos críticos. El objetivo principal de la metodología de investigación es proporcionar un enfoque coherente y sistemático para abordar las preguntas de investigación basadas en evidencia empírica.

### 3.3 Nivel y tipo de la investigación

#### 3.3.1 Nivel de la investigación

Para abordar una pregunta de investigación, los investigadores realizan estudios de diferentes niveles de exhaustividad y alcance. Los investigadores tienen la opción de emplear muchos enfoques al estudiar la cuestión, como el exploratorio, el descriptivo, el correlacional o el explicativo. Los objetivos en las distintas fases incluyen la identificación de problemas, el desarrollo de hipótesis, la documentación de sucesos, la evaluación de relaciones entre variables y la aclaración de conexiones causa-efecto. El nivel de

investigación a emplear viene determinado por los objetivos específicos del estudio. (Reyes, 2022)

El nivel de investigación es descriptivo y explicativo. En el nivel descriptivo, se identifican y detallan las propiedades del concreto convencional y las modificaciones que presenta con la adición de limalla de acero reciclado y granallas de plomo, como la trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. En el nivel explicativo, se analizan las relaciones de causa y efecto entre las variables, determinando cómo y por qué las proporciones de los materiales reciclados influyen en las propiedades mecánicas del concreto.

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

Un "tipo de investigación" se refiere al enfoque metodológico específico que se utiliza para investigar un determinado tema o cuestión. El enfoque de investigación que se empleará está determinado por los objetivos y el énfasis del estudio, así como por el alcance de la recopilación y organización de los datos. (Gomez Rojas, 2020)

El tipo de investigación es aplicado y experimental. La investigación aplicada utiliza los conocimientos obtenidos para resolver problemas prácticos, en este caso, evaluar el impacto de materiales reciclados en las propiedades del concreto. La investigación experimental se realiza mediante la manipulación controlada de variables independientes, como las proporciones de limalla de acero reciclado y granallas de plomo, para observar y medir los cambios en las propiedades mecánicas del concreto.

## **3.4 Población y muestra de la investigación**

### **3.4.1 Población**

La población consiste en la colección completa de elementos, humanos o entidades que comparten características comunes y son objeto de investigación académica. Denota el ámbito del cual se busca obtener conocimiento o derivar conclusiones. Hernández et al.

(2014) afirman que "la población comprende todos los casos que cumplen criterios específicos" (p. 171), y puede ser finita o infinita, dependiendo de su alcance. (Ojeda, 2020)

En esta investigación, la población está compuesta por todas las posibles mezclas de concreto convencional elaboradas con agregados locales disponibles en el distrito de Santa Rosa. Estas mezclas incluyen aquellas que incorporan fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo, en diversas proporciones, así como mezclas estándar sin aditivos adicionales, que sirven como base de comparación.

### Figura 1

*Mapa ubicación del distrito de Cabanillas*



### 3.4.2 Muestra

Una muestra es una porción representativa de una población seleccionada con fines de investigación. Facilita la ejecución de análisis y la generación de conclusiones generalizables a toda la población, reduciendo así los costes y la duración de la investigación. Hernández et al. (2014) definen la muestra como "un subgrupo de la población del que se recogen datos, y que debe ser representativo de dicha población" (p. 172). La correcta selección es fundamental para la validez del estudio.

La muestra seleccionada para el estudio está formada por un conjunto específico de mezclas de concreto convencional, preparadas con proporciones definidas de fibra de limalla de acero reciclado (3% y 5%) y granallas de plomo (4% y 6%). Estas mezclas fueron



elaboradas y probadas en el laboratorio para analizar su trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, representando una selección adecuada y representativa del universo de posibles combinaciones.

La muestra para este estudio se obtendrá de:

- Muestra patrón
- Muestra con limalla de acero reciclado 3%
- Muestra con limalla de acero reciclado 5%
- Muestra con granallas de plomo 4%
- Muestra con granallas de plomo 6%

MP = Muestra patrón

LAR = limalla de acero reciclado

GP = Granallas de plomo

**Tabla 2**

*Cantidad de muestras resistencia a la compresión*

Muestra	Número de probetas por ensayo			Total
	7 días	14 días	28 días	
<b>MP</b>	5	5	5	15
<b>MP + 3% LAR</b>	5	5	5	15
<b>MP + 5% LAR</b>	5	5	5	15
<b>MP + 4% GP</b>	5	5	5	15
<b>MP + 6% GP</b>	5	5	5	15
<b>Total</b>	25	25	25	75

Tabla 3

Detalle de las muestras sometidas a resistencia a flexión

Muestra	Número de probetas por ensayo			Total
	7 días	14 días	28 días	
MP	5	5	5	15
MP + 3% LAR	5	5	5	15
MP + 5% LAR	5	5	5	15
MP + 4% GP	5	5	5	15
MP + 6% GP	5	5	5	15
Total	25	25	25	75

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas

Las técnicas se refieren a determinados métodos o estrategias empleados para completar con éxito una tarea o alcanzar un objetivo específico. En el ámbito de la investigación, los enfoques se refieren a los instrumentos y técnicas empleados para recopilar, analizar y dilucidar datos. Estas metodologías pueden abarcar encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos, análisis estadísticos y otros procedimientos. Seleccionar las metodologías adecuadas. (Medina et al., 2023)

- Muestras de los materiales utilizados
- Ensayos realizados en laboratorio
- Pruebas de roturas de especímenes

#### 3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

Los métodos de investigación abarcan varias técnicas, como encuestas, cuestionarios, entrevistas, observaciones, registros documentales y mediciones. Su elección depende del diseño del estudio, el tipo de datos necesarios y las peculiaridades



del problema de investigación. La eficacia de estas herramientas reside en su capacidad para recoger datos de forma imparcial y sistemática, lo que permite analizar y comprender los resultados para llegar a conclusiones precisas y fiables.

- Fotografías
- Nota de apuntes
- Programas para los cálculos adecuados

### **3.6 Validación y confiabilidad del instrumento**

#### **3.6.1 Validación de los instrumentos**

Este enfoque implica un conjunto de procesos y tácticas desarrollados específicamente para evaluar varias características del instrumento, incluidas su confiabilidad, validez y sensibilidad. La confiabilidad se refiere a la uniformidad del desempeño del instrumento en diversas circunstancias, mientras que la validez se refiere a la capacidad del instrumento para evaluar con precisión el atributo específico que está diseñado para investigar. La sensibilidad, por el contrario, pertenece a la capacidad del instrumento para percibir y diferenciar con precisión variaciones o inconsistencias reales en el parámetro medido.

Los investigadores pueden emplear muchos enfoques, incluidas pruebas piloto, análisis de consistencia interna, correlación con otros instrumentos validados y estudios de repetibilidad, para validar un instrumento. La validación también puede abarcar el escrutinio y la evaluación de especialistas en el área específica de investigación, junto con la utilización de métodos estadísticos para medir la confiabilidad y precisión. Esta técnica es crucial para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos adquiridos, así como para garantizar que los resultados del estudio sean sólidos y puedan utilizarse para sacar conclusiones bien fundamentadas.

### 3.6.2 *Confiabilidad de instrumentos*

La fiabilidad de los instrumentos de recogida de datos se refiere a su medición coherente y precisa de las variables necesarias. Un dispositivo se considera fiable si produce sistemáticamente los mismos resultados cuando se somete a circunstancias comparables. La fiabilidad puede evaluarse utilizando varios enfoques, entre ellos la prueba retrospectiva, la coherencia interna y la fiabilidad entre evaluadores.

## 3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos

### 3.7.1 *Procedimiento del desarrollo de plan de investigación*

#### ✿ **Búsqueda de información**

La recuperación de información es un procedimiento metódico y organizado que abarca la identificación, ubicación, evaluación y utilización de datos pertinentes para un objetivo determinado. Esta técnica comprende muchas etapas, que abarcan la formulación de consultas de investigación inequívocas y precisas y la selección de recursos adecuados, como libros, artículos académicos, bases de datos y fuentes de Internet. Realizar la recuperación de información requiere evaluar la confiabilidad y relevancia de las fuentes, así como organizar e incorporar el material obtenido para su análisis y utilización en la investigación o proyecto.

#### ✿ **Materiales empleados para la investigación**

- ✓ **Granallas de plomo:** La granalla de plomo se compone de estructuras minúsculas, esféricas o en partículas, hechas de plomo. Sus características físicas únicas, como su alta densidad y maleabilidad, lo hacen idóneo para diversas aplicaciones. La granalla de plomo se emplea habitualmente en la fabricación de munición, en particular para la fabricación de granallas de plomo, así como para la construcción de plomos de pesca. Además, se emplea en muchas aplicaciones industriales que necesitan el uso de contrapesos o blindaje contra radiaciones. Se emplean en

determinadas combinaciones para aumentar la densidad de los materiales o proporcionar blindaje contra las radiaciones en construcciones que lo requieren. Sin embargo, el uso del plomo está muy regulado en muchas aplicaciones y lugares debido a su toxicidad.

**Figura 2**

*Granallas de plomo*



- ✓ **limalla de acero reciclado:** El limo de acero es un subproducto que se forma al mecanizar, taladrar, cortar o limar componentes de acero. Se compone de pequeños fragmentos o partículas de acero. Estas partículas suelen ser pequeñas formas industriales, como en la producción de hormigón armado, para mejorar la robustez mecánica y la longevidad del material.

**Figura 3**

*limalla de acero reciclado*



**Nota.** Fuente Google



### ✿ Extracción de los agregados

La minería de agregados es el proceso de extracción de elementos inorgánicos como arena, grava y piedras que se utilizan para fabricar hormigón y otros materiales de construcción. Este procedimiento implica la extracción de áridos de depósitos naturales, como canteras, ríos y playas, mediante la utilización de métodos de minería y excavación. La extracción de agregados requiere la utilización de equipos especializados y el cumplimiento meticuloso de las regulaciones ambientales para mitigar las consecuencias ecológicas. Después del proceso de extracción, los materiales pasan por un procesamiento adicional y se clasifican según su tamaño y calidad. Esto se hace para cumplir con las reglas de construcción y garantizar la longevidad y durabilidad de los productos finales.

En nuestro caso la obtención de los agregados naturales fue de procedencia de la cantera del distrito de Santa Rosa.

### **3.7.2 Etapa de campo**

#### **a. Recolección de muestras de agregados naturales.**

Las técnicas necesarias para la recogida de muestras de áridos naturales son cruciales para garantizar la calidad y representatividad del material utilizado en diversas aplicaciones, como la construcción. El proceso comienza con la planificación y selección del sitio, en el que se seleccionan las áreas de extracción que cumplan con los criterios geológicos y geotécnicos necesarios. En esta etapa, se llevan a cabo investigaciones preliminares y se formula un plan de muestreo, que especifica la ubicación exacta y la cantidad de muestras a recolectar, para asegurar su representación precisa de todo el depósito. Se utilizan mapas geológicos y estudios exploratorios para determinar las características del material y planificar el procedimiento de extracción de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Durante el segundo paso, el procedimiento implica recolectar y modificar las muestras. Este proceso consiste en la extracción del material mediante métodos precisos para asegurar que no existe contaminación ni alteración de las características de los

áridos. Las muestras se recolectan meticulosamente de diferentes áreas dentro del almacén y se trasladan con meticulosa atención al detalle para mantener su integridad. Una vez recolectadas, las muestras se etiquetan con precisión con información relevante, incluida la fecha, la ubicación y la técnica de recolección. Esta etapa también incluye el almacenamiento temporal y traslado de artículos a laboratorios para su evaluación. Seguir estrictamente las normas establecidas y los estándares tecnológicos es esencial para garantizar la confiabilidad y precisión de los datos recopilados, lo que permite una evaluación precisa de la calidad de los agregados naturales. (Ojeda, 2020)

### **3.7.3 Etapa de laboratorio**

La etapa de laboratorio en la investigación es un paso crucial cuando se llevan a cabo experimentos y pruebas controladas para obtener datos precisos y confiables. En esta fase, se lleva a cabo un examen meticuloso de los materiales y se realizan observaciones de los fenómenos en un entorno controlado utilizando equipos y procesos especializados. Los enfoques de laboratorio buscan mitigar la influencia de elementos extraños que potencialmente podrían influir en los resultados, permitiendo a los investigadores concentrarse y evaluar los efectos de las variables específicas que se estudian. Los datos precisos y confiables son esenciales en áreas como la química, la biología, la física y la ingeniería, ya que son cruciales para validar conceptos e hipótesis.

Además, durante toda la fase de laboratorio, los investigadores deben seguir estrictamente estrictas normas de seguridad y manipulación de materiales para salvaguardar su propio bienestar y preservar el medio ambiente. Los resultados obtenidos en esta etapa se someten a análisis estadístico y se comparan con datos teóricos o previos para verificar su consistencia y confiabilidad. Esta etapa también puede implicar el procedimiento de calibración y mantenimiento consistente del equipo para garantizar su correcto funcionamiento y transmisión precisa de las mediciones. La etapa de laboratorio es esencial para realizar investigaciones integrales y sirve como base empírica para generar resultados y formular recomendaciones. (Reyes, 2022)

### **i. Ensayo de Humedad presente en las muestras**

La prueba del Humedad presente en las muestras es una técnica esencial empleada en ingeniería civil, geotecnia y otras disciplinas relevantes que se centran en la construcción y el análisis de materiales. Esta prueba permite cuantificar el Humedad presente en las muestras en una muestra de suelo, áridos, hormigón u otros materiales de construcción. El nivel de humedad de una sustancia tiene un impacto sustancial en sus características físicas y mecánicas, lo que a su vez afecta su comportamiento y desempeño en diversas aplicaciones. Por ejemplo, en el suelo, un contenido elevado de humedad podría disminuir su capacidad para soportar peso y aumentar su vulnerabilidad a la deformación cuando se somete a fuerzas externas. Por el contrario, cuando se trata de hormigón, un contenido de agua incorrecto puede afectar en gran medida la composición y la durabilidad a largo plazo del material.

La prueba del Humedad presente en las muestras sigue una técnica específica que incluye muchas fases. Inicialmente se recoge una muestra representativa del material que será objeto de evaluación. Es imperativo tratar la muestra con cuidado para evitar modificaciones que puedan afectar los resultados. Posteriormente se cuantifica la muestra húmeda mediante una balanza precisa. Luego, un período determinado, generalmente 24 horas, hasta que alcanza un peso estable. Este método garantiza la evaporación completa del agua no unida en la muestra.

Este cálculo produce un porcentaje que representa la proporción de agua con respecto al peso de la sustancia después de la eliminación completa de toda la humedad. Este conocimiento es crucial. Las pruebas de suelo se utilizan en el campo de la geotecnia para evaluar la calidad del suelo y su capacidad para soportar la carga de las estructuras. En la fabricación de hormigón, se utiliza para ajustar las proporciones de la mezcla con el fin de lograr la calidad y resistencia requeridas del producto final. La comprensión precisa de los niveles de humedad del suelo es crucial para una gestión eficaz del riego y un buen crecimiento de los cultivos en la agricultura.



Los ingenieros y técnicos pueden realizar evaluaciones bien informadas sobre el diseño, construcción y mantenimiento de proyectos de infraestructura al comprender y gestionar los niveles de humedad. Esta prueba es un elemento crucial para el aseguramiento de la calidad en la ingeniería y otros sectores relacionados. Los datos que proporciona son cruciales para optimizar el uso de materiales y mejorar la seguridad y eficiencia del proyecto.

**Cálculo:**

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

**ii. Ensayo de análisis granulométrico.**

El ensayo de análisis granulométrico es una herramienta imprescindible en la ingeniería civil, geotecnia y otros campos relacionados con la construcción. Incluyendo su densidad, porosidad, capacidad de carga y estabilidad. Comprender la granulometría de una sustancia permite a los ingenieros y técnicos elegir y crear combinaciones apropiadas para diferentes propósitos, como construir carreteras y fabricar hormigón.

El enfoque del análisis granulométrico se compone de dos técnicas principales: tamizado y sedimentación. El tamizado es la técnica óptima para segregar partículas de mayor tamaño, es decir, aquellas que superan los 0,075 mm. Por el contrario, la sedimentación se emplea con el fin de segregar partículas de menor tamaño, particularmente aquellas que miden menos de 0,075 mm.

**Mejorante o purificante.**

El proceso de preparación de muestras implica la obtención de una muestra representativa de la sustancia, que puede deshidratarse en un horno si es necesario.

**Pesaje inicial:** La sustancia se mide en su estado seco para determinar su peso total.

El tamizado es un método en el que la muestra se coloca en un conjunto de tamices que están dispuestos en una secuencia basada en un tamaño de orificio decreciente. Los tamices se agitan con fuerza durante un tiempo determinado (a menudo de 5 a 10 minutos) para facilitar el movimiento de las partículas a través de las respectivas aberturas.

Cuantificación de residuos: Tras el proceso de tamizado, se determina la masa del residuo retenido en cada tamiz.

### **Sedimentación (Hidrómetro):**

El proceso de preparación de una suspensión implica mezclar la muestra con agua y agitarla agresivamente, especialmente cuando se trata de partículas minúsculas.

Medición del hidrómetro: se utiliza un hidrómetro para cuantificar la densidad de la suspensión en varios intervalos de tiempo. Estos datos permiten calcular la velocidad a la que las partículas sedimentan.

Cálculo de la distribución de tamaños: El análisis de los datos de sedimentación implica el uso de la ley de Stokes, que establece una relación entre la velocidad a la que se sedimentan las partículas y su tamaño. Se genera una curva granulométrica para representar la distribución de tamaño de las partículas pequeñas.

En resumen, las pruebas de análisis granulométrico son un enfoque esencial para garantizar el control de calidad y el avance de los materiales en el dominio de la ingeniería civil y sus disciplinas asociadas. Esta prueba ofrece un análisis integral.(Jannat et al., 2020)

### **iii. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.**

La metodología científica se refiere al enfoque sistemático utilizado en la investigación científica para investigar y comprender fenómenos. Implica el uso de métodos rigurosos y objetivos para recopilar y analizar datos, formular hipótesis, realizar experimentos,



El procedimiento para realizar la prueba de resistencia a la compresión es el siguiente:

**Preparación de la muestra:** Las muestras de hormigón se forman en ciertas geometrías, típicamente cilindros con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm, o cubos con lados que miden 15 cm. Las muestras se someten a un procedimiento de curado regulado durante un período específico, a menudo 28 días, para garantizar que alcancen la resistencia suficiente antes de ser evaluadas.

**Colocación de Muestras en Máquina de Ensayo de Compresión:** Una vez que las muestras se han solidificado por completo, se insertan en una máquina de ensayo de compresión. Este dispositivo aplica una fuerza progresivamente creciente de manera controlada a lo largo del eje central de la muestra hasta que se fractura.

**Registro y análisis de datos:** Los resultados de las pruebas se registran y evalúan de acuerdo con los valores especificados en los diseños de mezcla y las normas de construcción. Este análisis nos permite determinar si el material cumple con los requisitos de resistencia necesarios para el propósito previsto.

La importancia y las aplicaciones pragmáticas

El hormigón que es muy duradero y tiene una gran resistencia a la compresión garantiza que la construcción pueda soportar las cargas esperadas y las condiciones climáticas adversas.

Los ensayos de resistencia a la compresión son fundamentales para garantizar un control de calidad minucioso en el proceso de fabricación del hormigón. Los ingenieros y profesionales pueden utilizarlo para supervisar y ajustar las proporciones de los componentes de la mezcla (como cemento, agregados, agua y aditivos) para lograr ciertas características. Además, este ensayo está especialmente diseñado para identificar cualquier problema en la producción o colocación del hormigón, permitiendo la ejecución de medidas correctoras.

Las pruebas de resistencia a la compresión son esenciales para evaluar la calidad y eficiencia del hormigón y otros materiales de construcción. Proporciona datos esenciales

para el avance estratégico, el aseguramiento de la calidad y la confiabilidad y seguridad duraderas de las estructuras. Esta prueba verifica que los materiales utilizados en la construcción cumplen con los estándares y especificaciones necesarios para soportar las cargas y circunstancias que encontrarán. (*Tecnología Del Hormigón - Unidad 6, 2022*)

➤ **Procedimiento:**

- Se sella la cámara de carga y se empieza a inducir carga, con una velocidad de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s.

**iv. Ensayo de asentamiento**

La técnica de prueba de asentamiento se realiza siguiendo los siguientes pasos:

El instrumento utilizado para preparar la muestra es un molde troncocónico denominado cono de Abrams. El cono tiene una altura de 30 cm, un diámetro de base de 20 cm y un diámetro superior de 10 cm. Antes de realizar la prueba, el molde se limpia y humedece. El proceso de creación de hormigón fresco implica una cuidadosa mezcla de sus componentes.

**Alineación del molde:** El molde se coloca sobre una superficie nivelada e impermeable. El objeto está dividido en tres capas de dimensiones casi idénticas. La compresión de cada capa se logra aplicando 25 golpes uniformemente dispersos de una varilla de acero cilíndrica.

**Eliminación del molde:** Una vez llenado y triturado el molde, se extrae meticolosa y verticalmente de forma continua y sin interrupciones, sin rotación alguna. Esto permite que el hormigón realice el proceso de curado sin restricciones.

El asentamiento se determina midiendo la distancia vertical entre el molde lleno y el punto más alto del hormigón solidificado. Esta medición se realiza con una regla o cinta métrica. La cuantificación de la reducción de altura del hormigón, conocida como asentamiento, se mide en unidades de milímetros o centímetros.

Importancia de la prueba de liquidación

La prueba de asentamiento es fundamental por varios motivos:

**Control de calidad:** permite una evaluación rápida y fluida de la uniformidad del concreto, permitiendo modificaciones rápidas en el sitio en caso de que el concreto no cumpla con los estándares especificados.

**Trabajos en Obra:** El hormigón debe tener la trabajabilidad suficiente para asegurar su correcta colocación y compactación. El concreto con un asentamiento adecuado se puede moldear y colocar fácilmente, minimizando así la probabilidad de desarrollo de huecos y fallas estructurales.

Para evitar problemas, es fundamental reconocer que el hormigón con un alto asentamiento es propenso a la segregación, que es la separación de los agregados de la combinación cemento-agua. Si el material tiene un bajo asentamiento, lo que significa que es demasiado rígido, puede ser difícil de manejar y es posible que no llene completamente los moldes. Esto podría provocar una disminución de la resistencia y la durabilidad.

**Especificaciones de diseño:** Los ingenieros determinan la viscosidad necesaria del concreto, conocida como asentamiento, en función de los requisitos específicos de diferentes proyectos y situaciones operativas. Al cumplir con estas especificaciones, el concreto exhibirá los atributos esenciales necesarios para el desempeño anticipado.

La prueba de asentamiento es un método crucial utilizado en la industria de la construcción para evaluar y regular la consistencia del hormigón recién vertido. Para evitar problemas durante la instalación del concreto y mantener la durabilidad y vida útil previstas de los edificios, es esencial confirmar que el concreto tenga suficiente trabajabilidad. (Quispe Castillo, 2022)

#### **v. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto convencional**

La prueba de resistencia a la flexión del hormigón convencional es un método regulado que examina la capacidad de una mezcla de hormigón para soportar fuerzas de flexión o flexión sin romperse. Esta evaluación se realiza durante el proceso de prueba. Con el fin de diseñar y controlar la calidad de los materiales de construcción, esta prueba



es absolutamente necesaria. Es particularmente importante para elementos estructurales que están sujetos a fuerzas de flexión, como losas, vigas y pavimentos. La resistencia a la flexión es un indicador importante de las propiedades mecánicas del hormigón porque ofrece información sobre el comportamiento del material cuando se somete a cargas transversales y su capacidad para dispersar tensiones alrededor del material.

Una muestra prismática de hormigón endurecido, típicamente de dimensiones estándar (150 mm x 150 mm x 500 mm), se somete al proceso de evaluación sometiéndola a una carga que se aplica en el centro de la muestra mediante un sistema de soporte que se encuentra en los extremos de la muestra. Con el tiempo, la carga aumenta gradualmente hasta que la muestra se rompe como resultado de la tensión. Con este método, es posible calcular la resistencia a la flexión del hormigón, que se expresa en unidades de fuerza por unidad de área (a menudo kilogramos por centímetro cuadrado o megapascales). La fórmula que se utiliza para calcular esta resistencia está determinada por la geometría de la muestra, así como por el tipo de carga que se aplica.

En elementos de hormigón que están sujetos a esfuerzos de tracción indirectos, la resistencia a la flexión se considera un atributo importante. Esto se debe a que, a diferencia de la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión representa qué tan bien el concreto es capaz de soportar fuerzas que intentan separarlo. Además, la medición de esta resistencia nos permite identificar posibles problemas con la calidad del material, como diferencias en los áridos, mezclas inadecuadas o curado insuficiente.

Esta prueba se rige por normas internacionales como ASTM C78/C78M y ASTM C293/C293M, que detallan los requisitos para la preparación de muestras, el equipo utilizado, la aplicación de cargas y el cálculo de resultados. Las variables ambientales que existen durante el proceso de curado, como la temperatura y la humedad, son otros elementos importantes que pueden tener un impacto en los resultados de la prueba.

En el caso del hormigón convencional, los resultados de la prueba de resistencia a la flexión suelen estar directamente relacionados con la calidad de los materiales utilizados, la proporción de la mezcla, la proporción de agua y cemento y los procedimientos de



curado. Esta prueba se utiliza en investigaciones como la evaluación de hormigón modificado con materiales reciclados. El objetivo de esta prueba es descubrir si los aditivos, como la fibra de arena de acero o la granalla de plomo, tienen un impacto positivo o negativo en esta característica mecánica.

A través del análisis de los datos, los investigadores y profesionales de la industria de la construcción pueden sacar conclusiones sobre la viabilidad de los materiales que se utilizaron y la idoneidad del concreto para aplicaciones particulares. Los resultados de esta prueba también proporcionan información valiosa que puede usarse para confirmar modelos teóricos y cambiar diseños estructurales. Esto ayuda a garantizar que las estructuras construidas con hormigón cumplan con los criterios de seguridad y durabilidad.

#### **3.7.4 Etapa de gabinete**

La etapa de gabinete, en el contexto de proyectos de construcción o planificación, se refiere a la fase inicial donde se llevan a cabo análisis, investigaciones y avances teóricos sin participación directa en el sitio. Durante esta fase, los profesionales del dominio respectivo, como ingenieros, arquitectos y urbanistas, se centran en recopilar y evaluar datos, crear diseños y cálculos, y formular recomendaciones y estrategias basadas en información adquirida previamente. La etapa de gabinete es crucial para establecer los principios y regulaciones fundamentales del proyecto antes de pasar a la fase de implementación, asegurando que todos los aspectos técnicos y regulatorios se consideren cuidadosamente.

En el proceso de desarrollo de una investigación, la etapa de gabinete es una fase esencial ya que involucra un trabajo que se realiza previo a la ejecución de las actividades que se realizan en el campo o en el laboratorio. Durante esta etapa, el investigador es responsable de planificar, recopilar y analizar la información teórica y técnica que sea pertinente para el estudio. Además, el investigador es responsable de establecer los métodos y procesos que utilizará en las siguientes etapas. Su objetivo principal es



garantizar que la investigación se realice de manera fundamentada, organizada y metódica, con el objetivo de evitar errores y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

Para comenzar la etapa de gabinete, lo primero que se debe hacer es realizar una evaluación integral de la literatura científica asociada con el tema de estudio. A través de este procedimiento logramos descubrir los antecedentes, ideas, técnicas y resultados pasados que sirven de base para contextualizar el tema de investigación e identificar los objetivos. Además, se evalúan las normas técnicas adecuadas, como las especificaciones para la producción y ensayo de materiales, en caso de que se realicen investigaciones en relación con el hormigón.

Durante esta etapa, la definición del diseño del estudio y el abordaje de las variables es otro componente crucial que tiene un peso significativo. Se hacen especificaciones sobre las características de las muestras, los parámetros que se medirán y los procedimientos que se utilizarán para recopilar e interpretar los datos. Un proceso similar se lleva a cabo para crear las herramientas esenciales, que incluyen formatos para la recolección de datos, tablas de cálculo y métodos de análisis estadístico.

Para realizar investigaciones experimentales, como el examen de hormigón convencional modificado con materiales reciclados, la etapa de gabinete implica la planificación meticulosa de las mezclas a realizar. Esto incluye la especificación de las proporciones de los componentes, las condiciones de curado y las pruebas que se utilizarán. Además, se realiza un análisis de viabilidad para garantizar la accesibilidad de materiales y equipos, así como para comprobar si los procedimientos experimentales son compatibles con los objetivos del estudio.

El último paso en el proceso de investigación es la preparación de un cronograma de actividades, que incluye el establecimiento de los plazos y recursos que se requieren para cada fase de la investigación. Este calendario pretende servir de guía para coordinar las actividades y garantizar que la investigación se lleve a cabo de forma eficaz respetando los plazos que se han especificado.



La etapa de gabinete no sólo sienta las bases para etapas posteriores, sino que también hace viable prever desafíos potenciales y modificar el enfoque de la investigación antes de la implementación del proyecto. Para garantizar que la investigación se lleve a cabo con rigor científico y que los hallazgos sean legítimos y confiables, es esencial que se lleve a cabo de la manera adecuada.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados alcanzados a través de los estudios

##### a. Humedad presente en las muestras

Tabla 4

*Humedad presente en las muestras*

	Agregado Fino	
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado grueso</i>
P. del muestreo en húmedo+ Tarro	422.88	408.49
P. de muestreo seco+ Tarro	406.57	398.35
P. Tarro	52.16	52.82
P. de muestreo húmedo	370.72	355.67
P. de muestreo seco	354.41	345.53
P. - Agua	16.31	10.14
% Humedad	4.60	2.93

La tabla que se muestra a continuación nos enseña algunos resultados concernientes al porcentaje de humedad de los agregados que utilizaremos en nuestro estudio, el agregado fino contuvo 4.60% humedad y 2.93% para los agregados gruesos.

**a) Peso específico y absorción****Tabla 5***Sumario del peso específico y absorción*

	<b>Pe. específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Absorción (%)</b>
Fino	2.39	4.37
Grueso	2.45	3.65

Los agregados finos fueron de 2.39gr/cm<sup>3</sup> y 2.45gr/cm<sup>3</sup> para los agregados gruesos, en cuanto a la absorción, los agregados finos obtuvieron un 4.37% y 3.65% para los agregados gruesos.

**b) Pesos unitarios sueltos****❖ Agregado fino y grueso****Tabla 6***Pesos cuantificados por unidad (suelto)*

	<b>peso unitario (suelto)</b>					
	<b>Agregado fino</b>			<b>Agregado grueso</b>		
P. del molde	6132 gr	6132 gr	6132 gr	6132 gr	6132 gr	6132 gr
Vol. del molde	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>
Colocación de muestra a molde	<b>caída libre</b>					
P. del molde + muestra suelta	9799 gr	9887 gr	9768 gr	9475 gr	9536 gr	9537 gr
P. de la muestra suelta	3667 gr	3755 gr	3636 gr	3343 gr	3404 gr	3405 gr
Den. mínima de la muestra seca	1.759 gr/cm <sup>3</sup>	1.801 gr/cm <sup>3</sup>	1.744 gr/cm <sup>3</sup>	1.045 gr/cm <sup>3</sup>	1.064 gr/cm <sup>3</sup>	1.065 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Promedio</b>		<b>1.768 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>1.058 gr/cm<sup>3</sup></b>	

La tabla numero 6 contiene los datos específicos en cuanto a los pesos unitarios de los agregados finos, como gruesos, estos datos serán de los pesos unitarios sueltos, el agregado fino alcanzo un 1.768gr/cm<sup>3</sup> y el agregado grueso un 1.058gr/cm<sup>3</sup>.

### c) Pesos unitarios compactados

**Tabla 7**

*Peso cuantificado por unidad (compactada)*

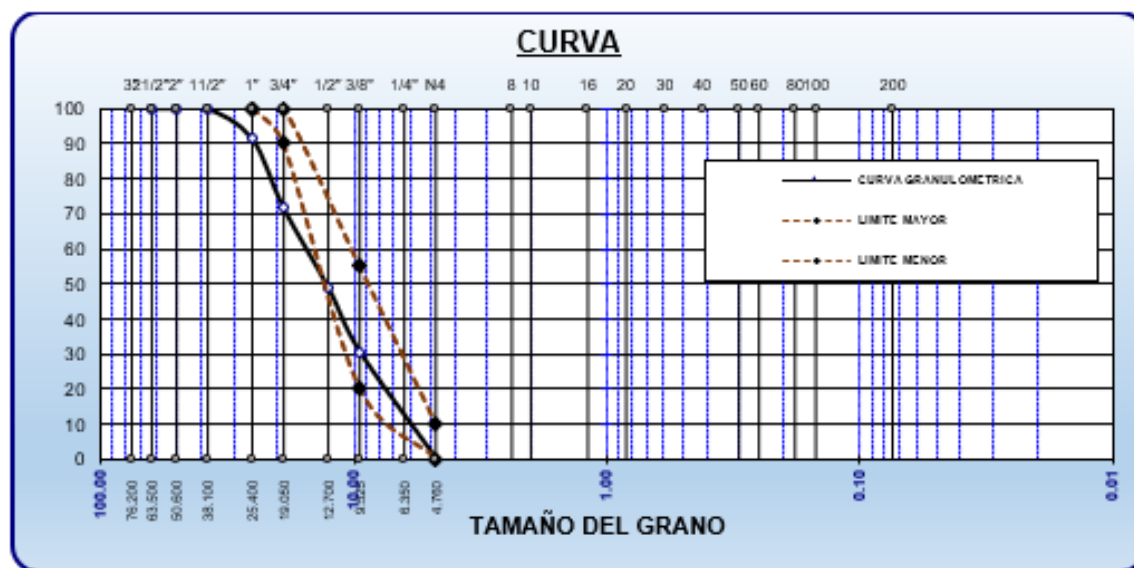
	Peso unitario (VARILLADO)					
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. del molde.	6132 gr	6132 gr	6132 gr	6132 gr	6132 gr	6132 gr
V. del molde.	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>
Nº de capas.	3					
Nº de golpes por capa.	25					
P. del molde + muestra compactada.	9789gr	10025gr	9796gr	9779.00gr	9887gr	9903gr
P. de la muestra compactada.	3657gr	3893gr	3664gr	3647gr	3755gr	3771gr
D. máxima de la muestra seca.	1.754 gr/cm <sup>3</sup>	1.867 gr/cm <sup>3</sup>	1.758 gr/cm <sup>3</sup>	1.140 gr/cm <sup>3</sup>	1.174 gr/cm <sup>3</sup>	1.179 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ProM.</b>	<b>1.793 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>1.165 gr/cm<sup>3</sup></b>		

La tabla numero 7 contiene los datos específicos en cuanto a los pesos unitarios de los agregados finos, como gruesos, estos datos serán de los pesos unitarios compactados, el agregado fino alcanzo un 1.793gr/cm<sup>3</sup> y el agregado grueso un 1.165gr/cm<sup>3</sup>.

### d) Análisis granulométrico.

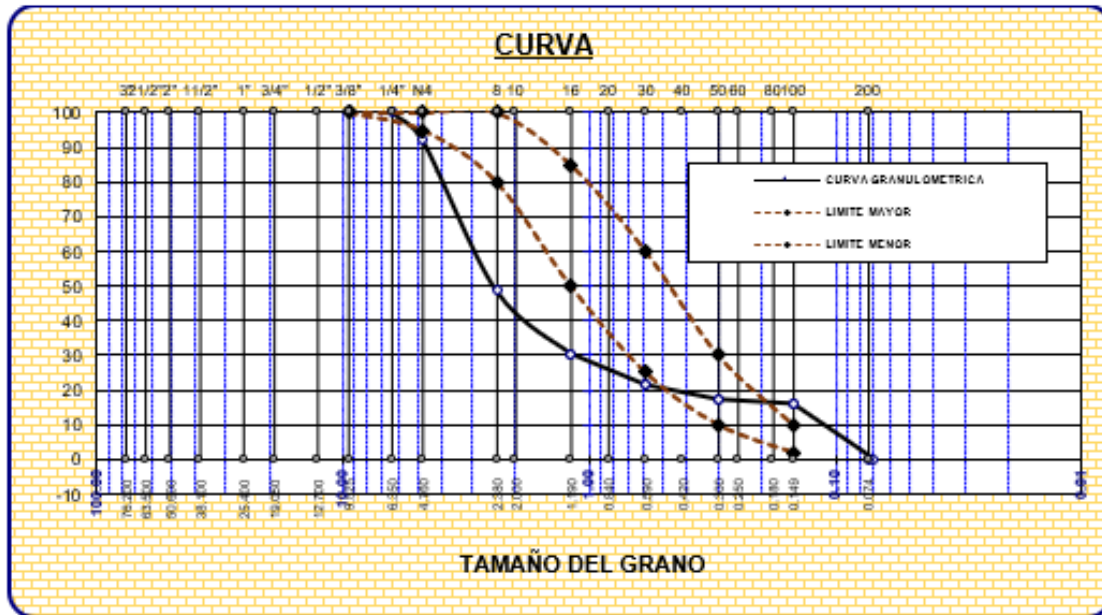
**Figura 4**

*Análisis de partículas del agregado grueso*



**Figura 5**

*Análisis de partículas del agregado fino.*



**Tabla 8**

*Sumario de los aspectos de los agregados*

Físicas	Agr. grueso	Agr. fino
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.67	2.50
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1767	1773
P.U. Suelto	1605	1749
% de Absorción	2.18	4.73
% de Humedad Natural	2.93	4.60
Módulo de Fineza	-	3.58

**Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

- a) Determinación de  $F'c$ .

$$F'c = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

- b) La selección (TMN):

$$\text{TMN} = 3/4''$$

- c) Cantidad de agua

Agua = 205.00 lts

d) Cálculo de ( $V_{AF}$ )

$$V_{AF} = 1 - 0.713$$

$$V_{AF} = 0.287 \text{ m}^3$$

e) Determinación del ( $P_{AF}$ )

$$P_{AF} = 0.287 * \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.287 * (2.50 * 1000)$$

$$P_{AF} = 717 \text{ kg/m}^3$$

**Tabla 9**

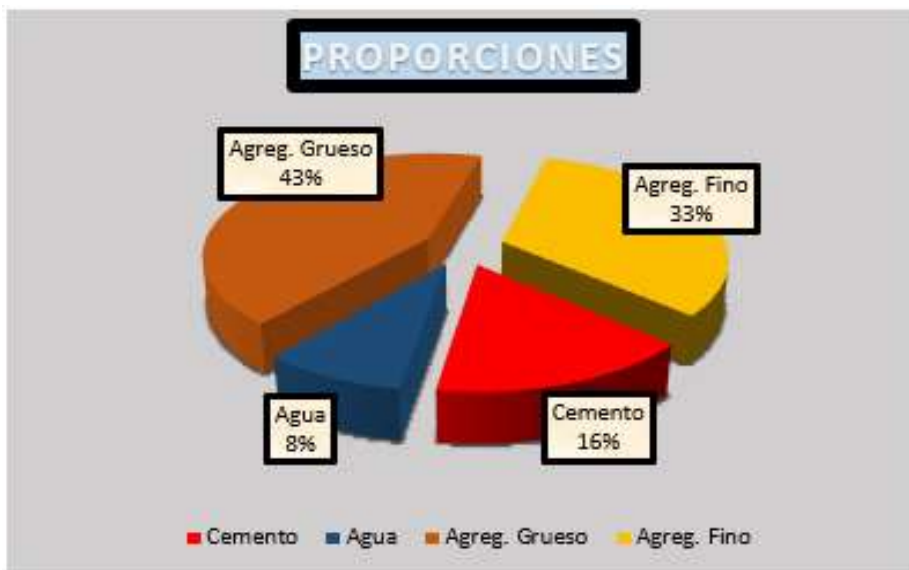
*Relación de materiales utilizados en la mezcla*

Agregado	Peso Seco	Volumen	Peso Húmedo	Volumen
	(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO SECO	(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	199	0.54
Agreg. Grueso	957	2.61	985	2.69
Agreg. Fino	720	1.97	753	2.06
Aire	2.0 %		2.0 %	

La dosificación de los materiales para el concreto convencional elaborado para nuestro diseño serán los siguientes, la dosificación será la siguiente 366kg/m<sup>3</sup> de cemento, 205kg/m<sup>3</sup> de agua, 957kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso, 720kg/m<sup>3</sup> de agregado fino y finalmente un 2% de Humedad presente en las muestras.

**Figura 6**

*Cantidades necesarias para la elaboración del concreto*



La gráfica presentada corresponde a un diagrama de pastel que ilustra la distribución porcentual de los materiales utilizados en una mezcla de concreto. Los datos indican que el agregado grueso constituye la mayor proporción, con un 43%, seguido del agregado fino con un 33%. El cemento representa un 16%, mientras que el agua corresponde al 8% restante. Cada segmento está claramente etiquetado y diferenciado mediante colores distintivos para facilitar la identificación visual de los componentes en la mezcla.

**4.1.1 Trabajabilidad de las unidades de albañilería convencionales**

**a. Asentamiento de los testigos y las variables de acuerdo a sus dosificaciones**

**Tabla 10**

*Evaluación de la deformación inicial en las muestras*

Nº	Descripción	Slump	Promedio	Unidad de medición
1	MP (5 UNDS)	3.68	3.70"	Pulgadas (SLUMP)
		3.67		
		3.72		
		3.70		

		3.73	
		3.61	
		3.65	
<b>2</b>	<b>+3%L.A.R. (5 UNDS)</b>	3.58	<b>3.59"</b>
		3.55	
		3.56	
		3.52	
		3.48	
<b>3</b>	<b>+5% L.A.R. (5 UNDS)</b>	3.47	<b>3.50"</b>
		3.52	
		3.49	
		3.58	
		3.55	
<b>4</b>	<b>+4% G.P. (5 UNDS)</b>	3.57	<b>3.55"</b>
		3.54	
		3.53	
		3.48	
		3.44	
<b>5</b>	<b>+6% G.P. (5 UNDS)</b>	3.41	<b>3.45"</b>
		3.47	
		3.43	

La tabla presenta los resultados de las mediciones del asentamiento de varias muestras de concreto, cuantificados en pulgadas. La fila superior presenta la etiqueta "MP (5 UNDS)", asociada a la combinación típica, con medidas individuales de 3.68, 3.67, 3.72 y 3.70, culminando en un promedio de 3.70 pulgadas.

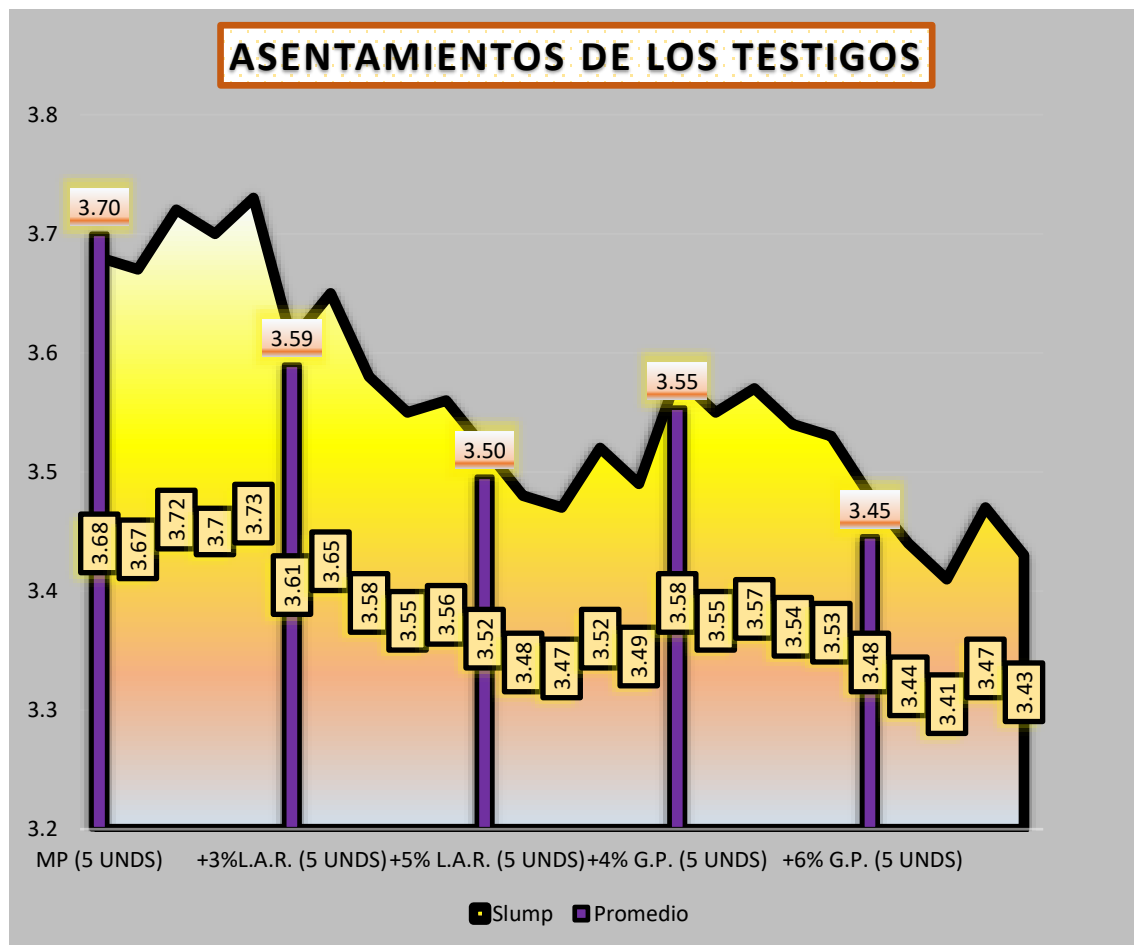
Las siguientes filas especifican ejemplos con adiciones específicas. La segunda fila se refiere a una mezcla de 3% L.A.R. (stock de acero reciclado) en cinco unidades, con medidas individuales que van desde 3,73 a 3,56 pulgadas, lo que resulta en un promedio de 3,59 pulgadas. La tercera fila se refiere a una mezcla que incluye 5% L.A.R., arrojando valores que oscilan entre 3,52 y 3,49, con una media de 3,50 pulgadas.

La mezcla con 4% G.P. se presenta en la cuarta fila. Perdigones de plomo, que miden entre 3,57 y 3,53 centímetros, con una medida promedio de 3,55 centímetros. En la quinta fila, la mezcla con 6% G.P. muestra valores que van desde 3,44 a 3,43, lo que arroja un promedio de 3,45 pulgadas.

La tabla registra tanto los valores promedio como las unidades de medida, mostrando que los datos se presentan en pulgadas de asentamiento (hundimiento). Estos datos nos permiten analizar la alteración en la consistencia del concreto al utilizar componentes reciclados en diferentes cantidades.

**Figura 7**

*Relación de los asentamientos alcanzados*



**Nota:** LAR (limalla de acero reciclado) GP (granalla de plomo)

El gráfico ilustra la fluctuación de los valores de asentamiento en varias mezclas de concreto, medidos en pulgadas. Se incluyen cinco grupos de muestra: la mezcla maestra (MP) y aquellos con adiciones de arena de acero reciclado (L.A.R.) al 3% y 5%, y perdigones de plomo (G.P.) al 4% y 6%. La línea superior representa los valores medios para cada grupo, enfatizando que la mezcla estándar tiene el asentamiento promedio más

alto con 3,70 pulgadas. A medida que se van integrando componentes reciclados, los promedios van disminuyendo paulatinamente, alcanzando un valor mínimo de 3,45 pulgadas en la composición que contiene 6% de perdigones de plomo. Los datos de cada grupo se proporcionan mediante columnas etiquetadas, lo que facilita la visualización de la dispersión y las tendencias en los atributos de las mezclas. Este examen permite evaluar la consistencia del hormigón mediante alteraciones en su composición.

#### 4.1.2 Resistencia a la compresión de las muestras evaluadas CP, LAR y GP

Los datos que se recopilaron en este capítulo fueron obtenidos a partir de los testigos elaborados en las instalaciones de la universidad.

##### A.1. Resistencia a la compresión de las muestras a los 7 días

Tabla 11

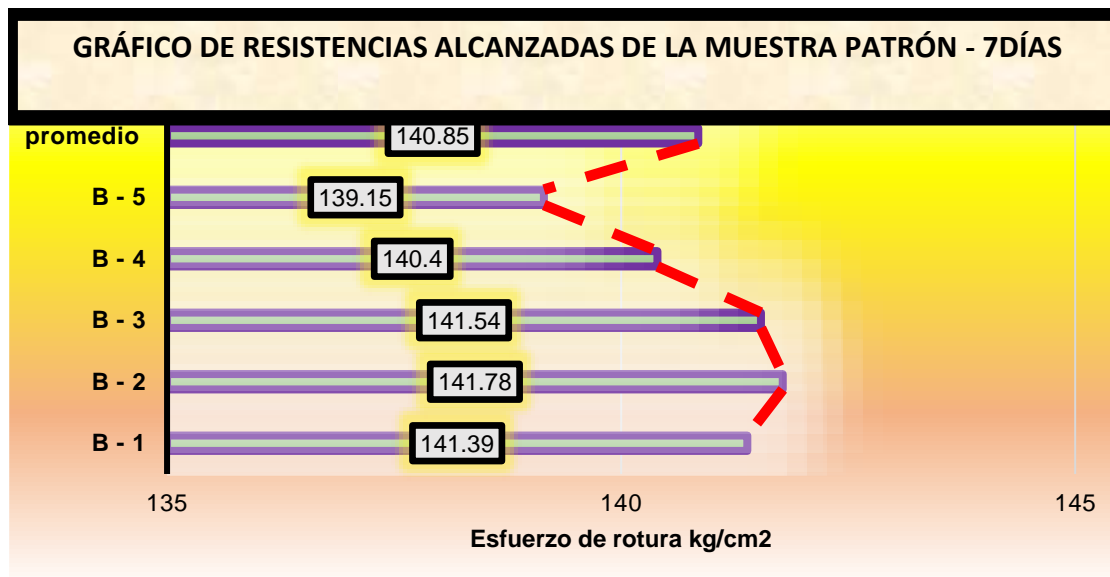
Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra patrón-7 días.

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	25019	15.14	176.87	141.39		
Briq -- 2	24987	15.10	176.88	141.78		
Briq -- 3	25045	15.05	176.89	141.54	210	7
Briq -- 4	24745	14.07	176.92	140.40		
Briq -- 5	24622	15.08	176.93	139.15		
			<b>Promedio</b>	<b>140.85</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 8**

*Relativa relación de las resistencias alcanzadas con la muestra patrón - 7 días*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 12**

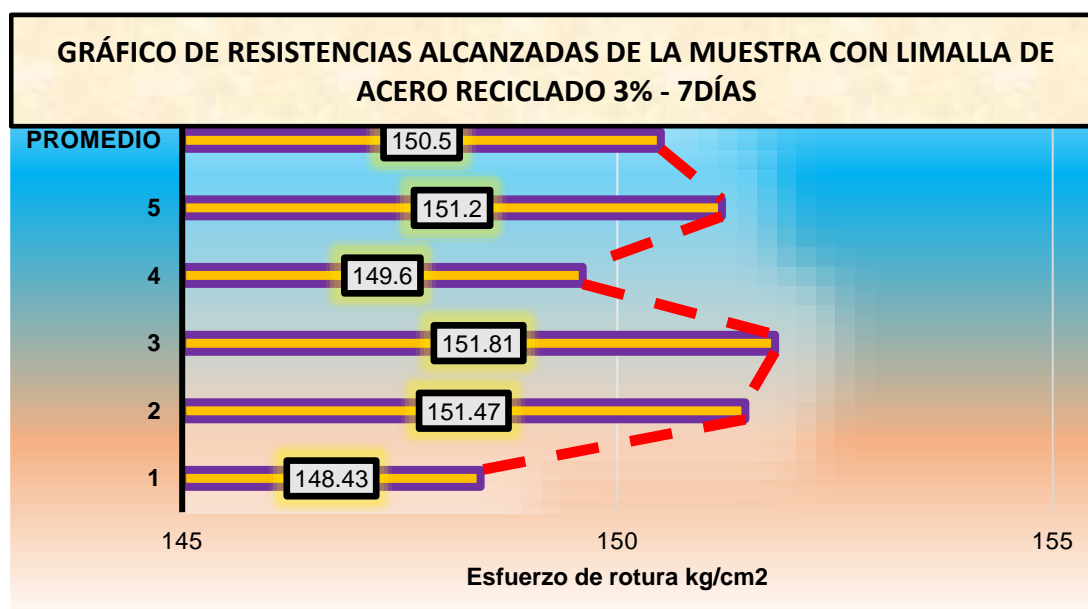
*Sumario de resistencias alcanzadas por la muestra con limalla de acero reciclado 3% - 7 días*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	26264	15.14	176.87	148.43		
Briq -- 2	26802	15.10	176.88	151.47		
Briq -- 3	26755	15.05	176.89	151.81	210	7
Briq -- 4	26366	14.07	176.92	149.60		
Briq -- 5	26755	15.08	176.93	151.20		
<b>Promedio</b>				<b>150.50</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 9**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 3% - 7 días.*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 13**

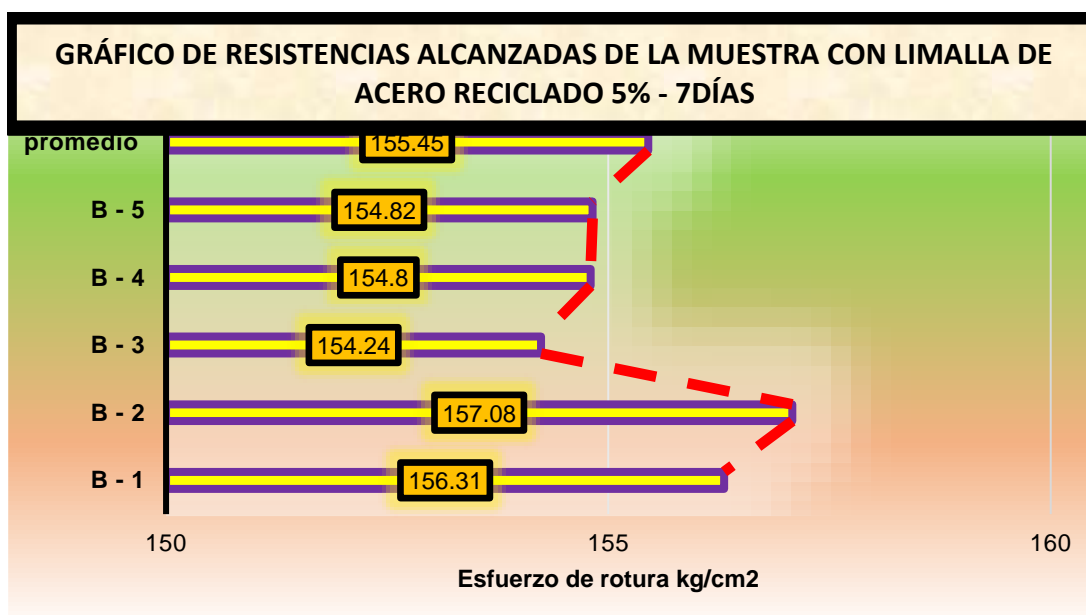
Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 5% - 7 días.

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	27659	15.14	176.87	156.31		
Briq -- 2	27795	15.10	176.88	157.08		
Briq -- 3	27292	15.05	176.89	154.24	210	7
Briq -- 4	27391	14.07	176.92	154.80		
Briq -- 5	27396	15.08	176.93	154.82		
<b>Promedio</b>				<b>155.45</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 10**

Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 5% - 7 días.



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 14**

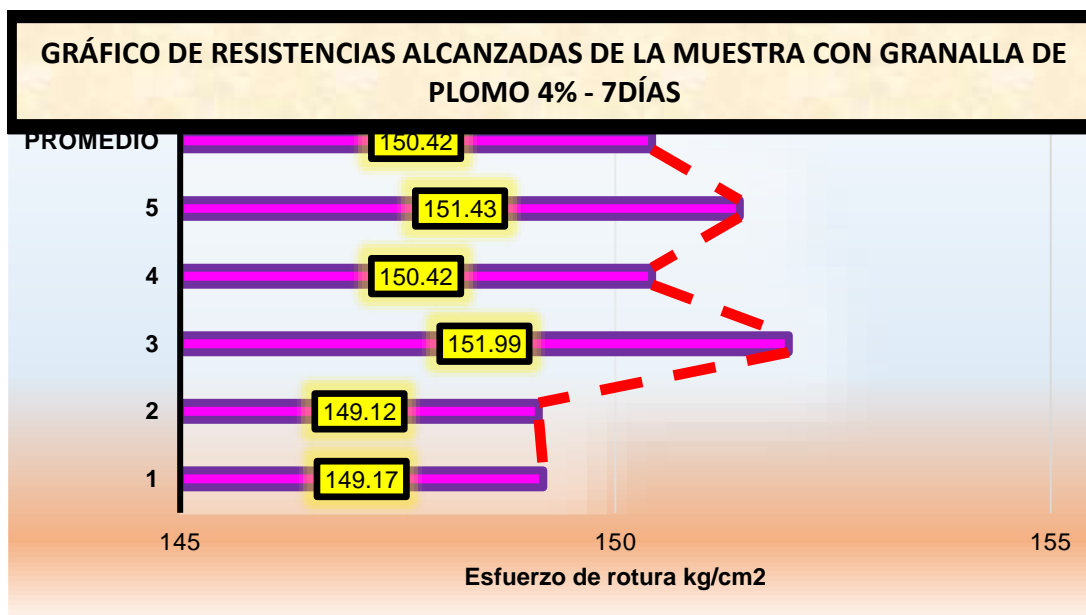
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 4% - 7 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	26396	15.14	176.87	149.17		
Briq -- 2	26387	15.10	176.88	149.12		
Briq -- 3	26894	15.05	176.89	151.99	210	7
Briq -- 4	26616	14.07	176.92	150.42		
Briq -- 5	26795	15.08	176.93	151.43		
			<b>Promedio</b>	<b>150.42</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 11**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 4% - 7 días.*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 15**

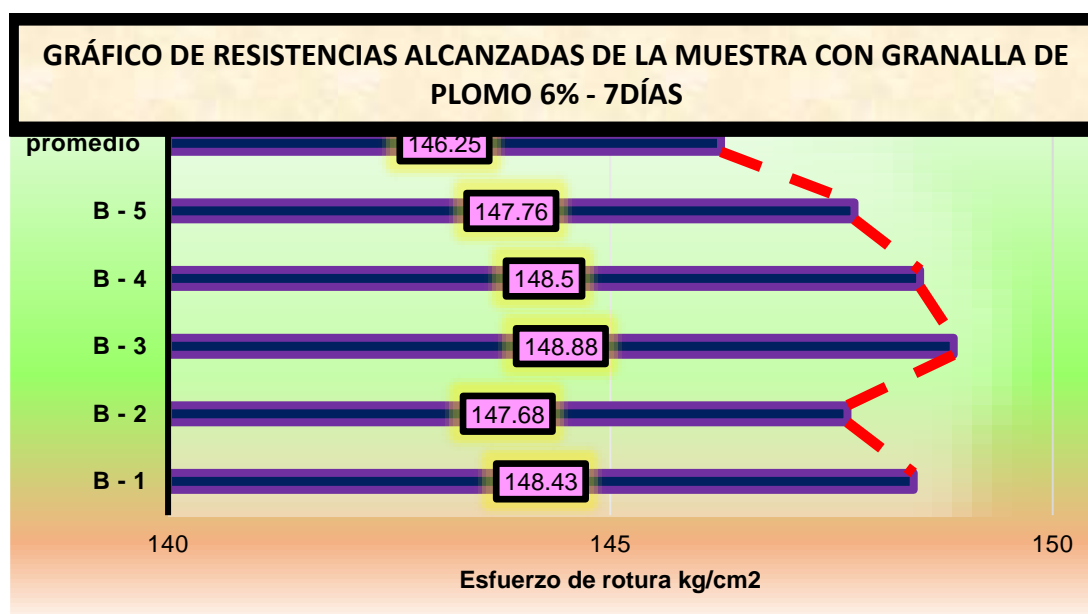
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 6% - 7 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	26265	15.14	176.87	148.43		
Briq -- 2	26132	15.10	176.88	147.68		
Briq -- 3	26344	15.05	176.89	148.88	210	7
Briq -- 4	26277	14.07	176.92	148.50		
Briq -- 5	26147	15.08	176.93	147.76		
<b>Promedio</b>				<b>146.25</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 12**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 6% - 7 días.*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 16**

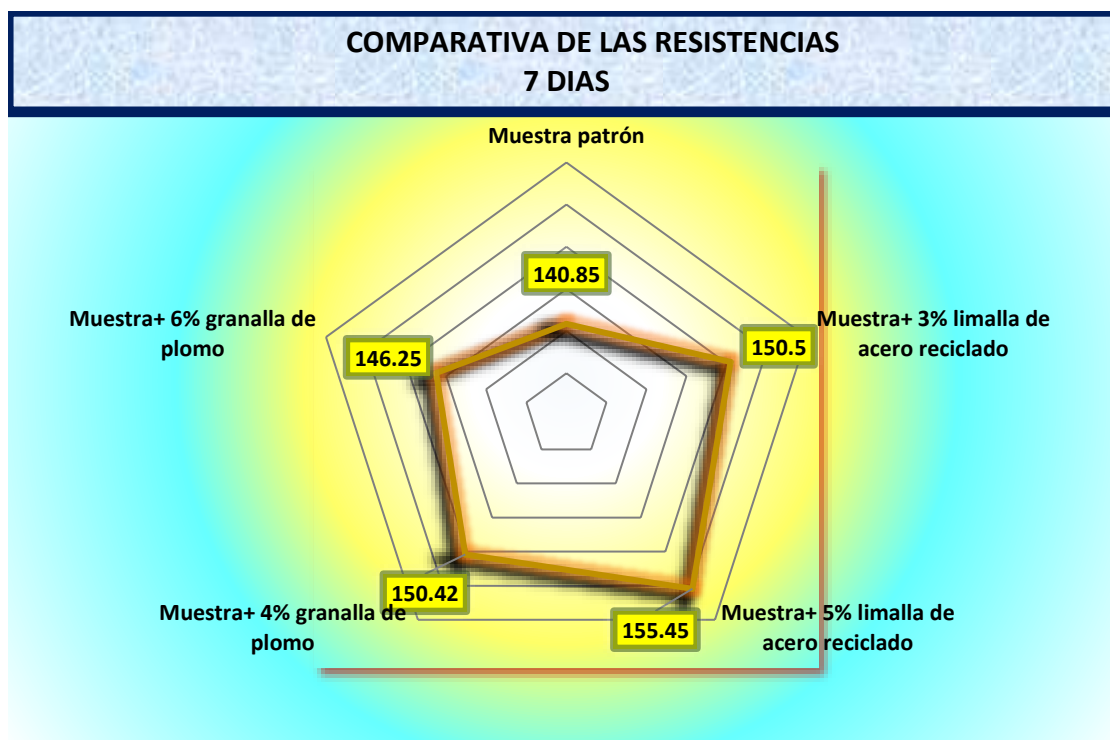
*Sumario de resistencias promedios sometidas a compresión – 7 días*

Descripción	Esfuerzo	Días
Muestra patrón	140.85	
Muestra+ 3% limalla de acero reciclado	150.50	
Muestra+ 5% limalla de acero reciclado	155.45	7
Muestra+ 4% granalla de plomo	150.42	
Muestra+ 6% granalla de plomo	146.25	

La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de diferentes mezclas de concreto evaluadas a los 7 días. Se incluyen una muestra patrón y varias mezclas modificadas con distintos porcentajes de limalla de acero reciclado y granallas de plomo. Para cada combinación, se registra el esfuerzo alcanzado en kg/cm<sup>2</sup>, permitiendo comparar el impacto de las adiciones en la resistencia del concreto. Los datos reflejan variaciones en el desempeño mecánico, destacando el efecto de cada tipo y proporción de material reciclado incorporado en la mezcla.

**Figura 13**

*Relación de las resistencias - 7 días*



La figura presentada es un gráfico de radar que compara las resistencias a la compresión de diferentes mezclas de concreto evaluadas a los 7 días. En el centro se encuentra la resistencia de la muestra patrón, con un valor base, mientras que los puntos exteriores representan las mezclas modificadas con diferentes proporciones de materiales reciclados, como limalla de acero y granallas de plomo. Los valores más altos corresponden a la mezcla con un 5% de limalla de acero reciclado, mostrando la mayor resistencia, mientras que las mezclas con granallas de plomo y menor porcentaje de limalla presentan valores intermedios. Este gráfico permite visualizar de forma clara y comparativa cómo varía la resistencia en función de las modificaciones realizadas en las mezclas, destacando el efecto positivo de ciertos aditivos reciclados en el desempeño mecánico del concreto.

## A.2. Resistencia a la compresión de las muestras a los 14 días

Tabla 17

Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra patrón-14 días.

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	34029	15.14	176.87	192.31		
Briq -- 2	34191	15.10	176.88	193.22		
Briq -- 3	34036	15.05	176.89	193.12	210	14
Briq -- 4	34068	14.07	176.92	193.30		
Briq -- 5	34163	15.08	176.93	193.07		
			<b>Promedio</b>	<b>193.00</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 14**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra patrón - 14 días*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 18**

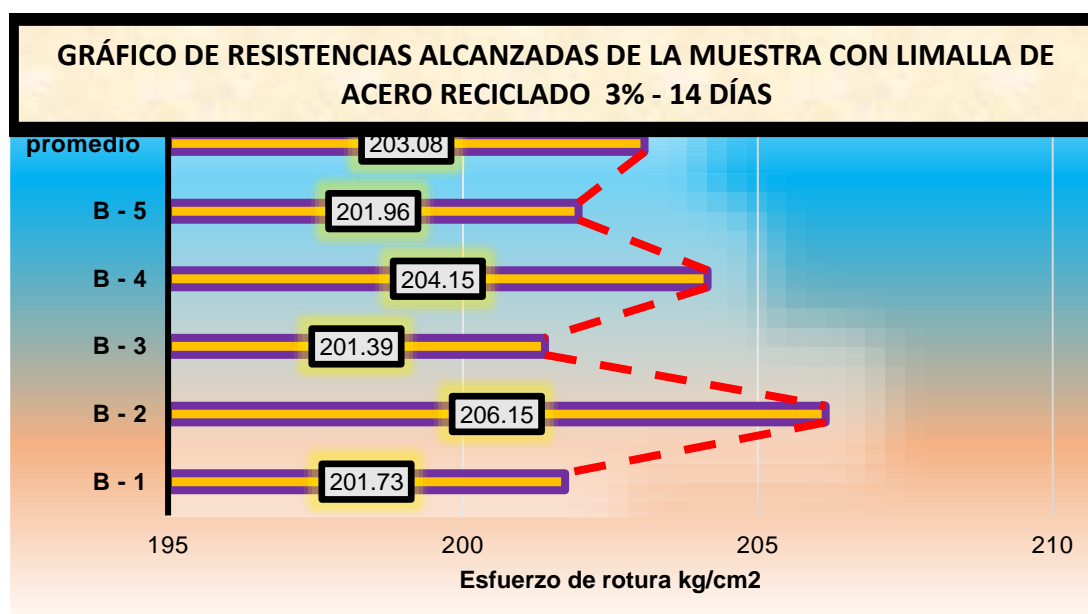
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 3% - 14 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	35896	15.14	176.87	202.86		
Briq -- 2	35982	15.10	176.88	203.35		
Briq -- 3	35786	15.05	176.89	202.24	210	14
Briq -- 4	36255	14.07	176.92	204.89		
Briq -- 5	35736	15.08	176.93	201.96		
<b>Promedio</b>				<b>203.06</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 15**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 3% - 14 días*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 19**

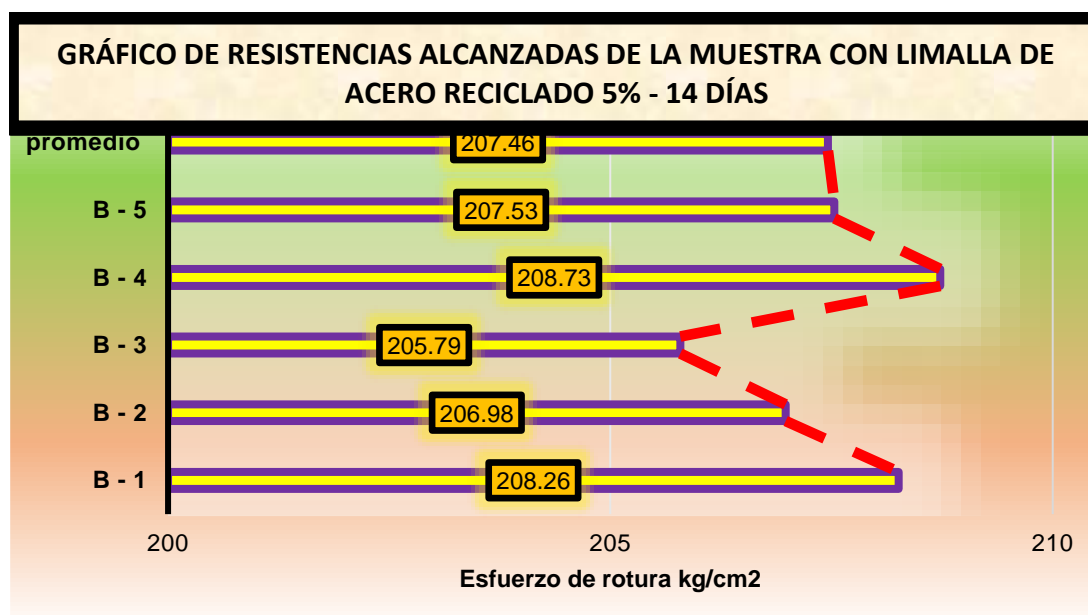
Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 5% - 14 días.

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	36851	15.14	176.87	208.26		
Briq -- 2	36625	15.10	176.88	206.98		
Briq -- 3	36415	15.05	176.89	205.79	210	14
Briq -- 4	36934	14.07	176.92	208.73		
Briq -- 5	36722	15.08	176.93	207.53		
<b>Promedio</b>				<b>207.46</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 16**

Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 5% - 14 días.



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 20**

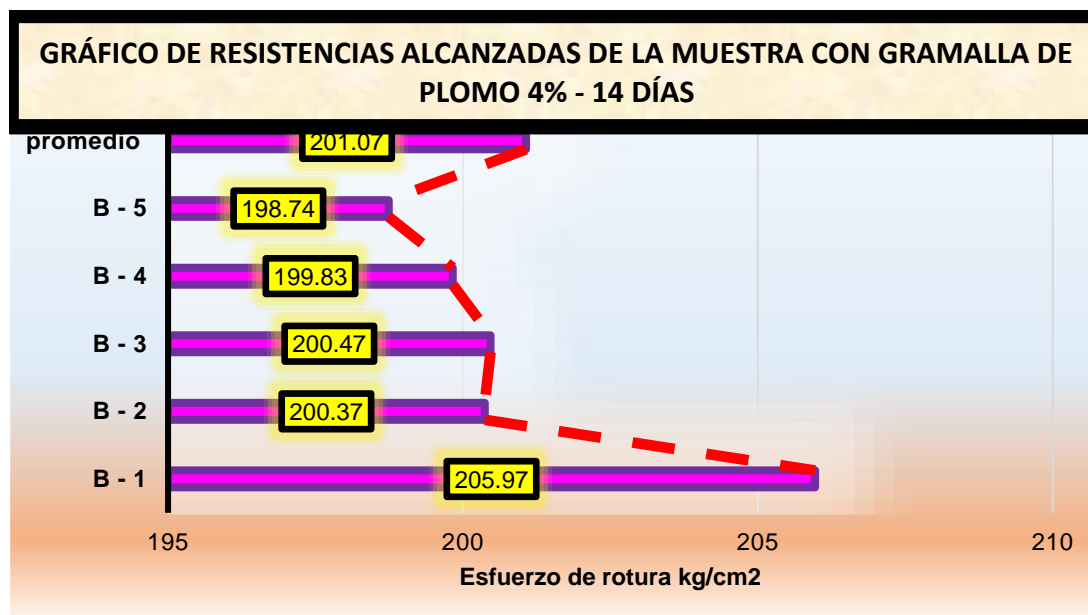
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 4% - 14 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	36446	15.14	176.87	205.97		
Briq -- 2	35455	15.10	176.88	200.37		
Briq -- 3	35473	15.05	176.89	200.47	210	14
Briq -- 4	35219	14.07	176.92	199.83		
Briq -- 5	35167	15.08	176.93	198.74		
			<b>Promedio</b>	<b>201.07</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 17**

Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 4% - 14 días.



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 21**

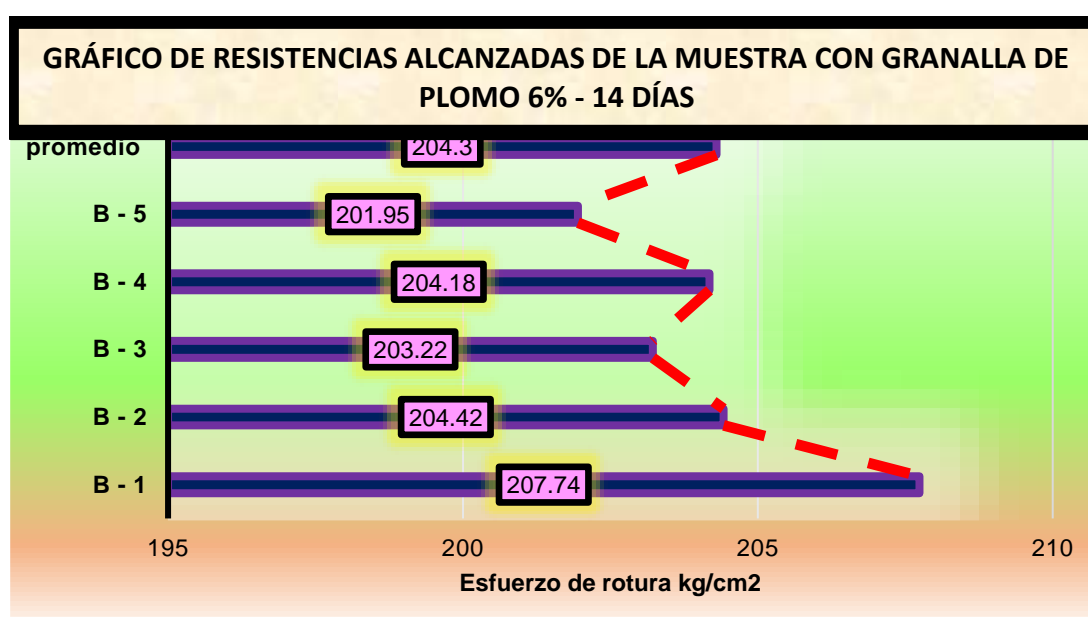
Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 6% - 14 días.

Nº	MUESTRA	Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	B - 1	36759	15.14	176.87	207.74		
2	B - 2	36173	15.10	176.88	204.42		
3	B - 3	35959	15.05	176.89	203.22	210	14
4	B - 4	35985	14.07	176.92	204.18		
5	B - 5	35735	15.08	176.93	201.95		
<b>Promedio</b>					<b>204.30</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 18**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 6% - 14 días.*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 22**

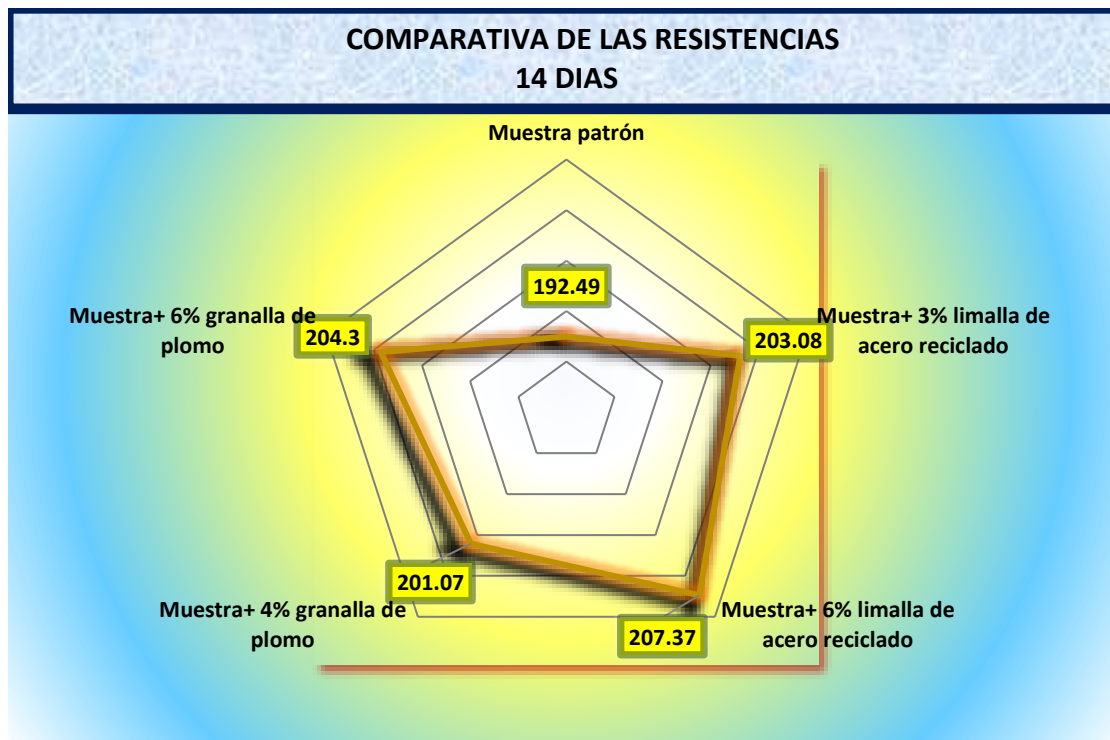
*Sumario de resistencias promedios a compresión – 14 días*

Descripción	Promedio de Resistencias	
	Esfuerzo	Días
Muestra patrón	192.49	
Muestra+ 3% limalla de acero reciclado	203.08	
Muestra+ 5% limalla de acero reciclado	207.37	14
Muestra+ 4% granalla de plomo	201.07	
Muestra+ 6% granalla de plomo	204.30	

La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de diferentes mezclas de concreto evaluadas a los 14 días. Se incluyen una muestra patrón y varias mezclas modificadas con distintos porcentajes de limalla de acero reciclado y granallas de plomo. Para cada combinación, se registra el esfuerzo alcanzado en kg/cm<sup>2</sup>, permitiendo comparar el impacto de las adiciones en la resistencia del concreto. Los datos reflejan variaciones en el desempeño mecánico, destacando el efecto de cada tipo y proporción de material reciclado incorporado en la mezcla.

**Figura 19**

*Relación de las resistencias - 14 días*



La figura es un gráfico de radar que compara las resistencias a la compresión de diferentes mezclas de concreto evaluadas a los 14 días. En el centro se ubica la resistencia de la muestra patrón, que presenta un valor base, mientras que los puntos más alejados corresponden a las mezclas modificadas con proporciones específicas de limalla de acero reciclado y granallas de plomo. Destaca la mezcla con un 5% de limalla de acero reciclado, que alcanza el valor más alto de resistencia, seguida de las mezclas con granallas de plomo, las cuales también muestran un incremento significativo respecto a la muestra patrón. Este gráfico facilita la comparación de los resultados, evidenciando la influencia positiva de los materiales reciclados en la resistencia mecánica del concreto con el aumento del tiempo de curado.

### A.3. Resistencia a la compresión de las muestras a los 28 días

Tabla 23

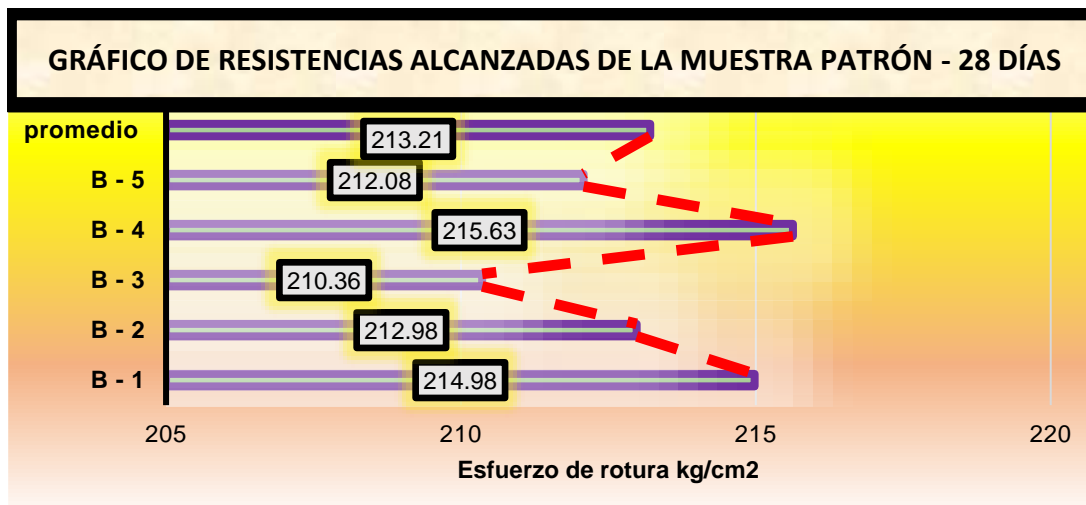
Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra patrón-28 días

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	38041	15.14	176.87	214.98		
Briq -- 2	37687	15.10	176.88	212.98		
Briq -- 3	37223	15.05	176.89	210.36	210	28
Briq -- 4	38004	14.07	176.92	215.63		
Briq -- 5	37528	15.08	176.93	212.08		
			<b>Promedio</b>	<b>213.21</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 20**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra patrón - 28 días*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 24**

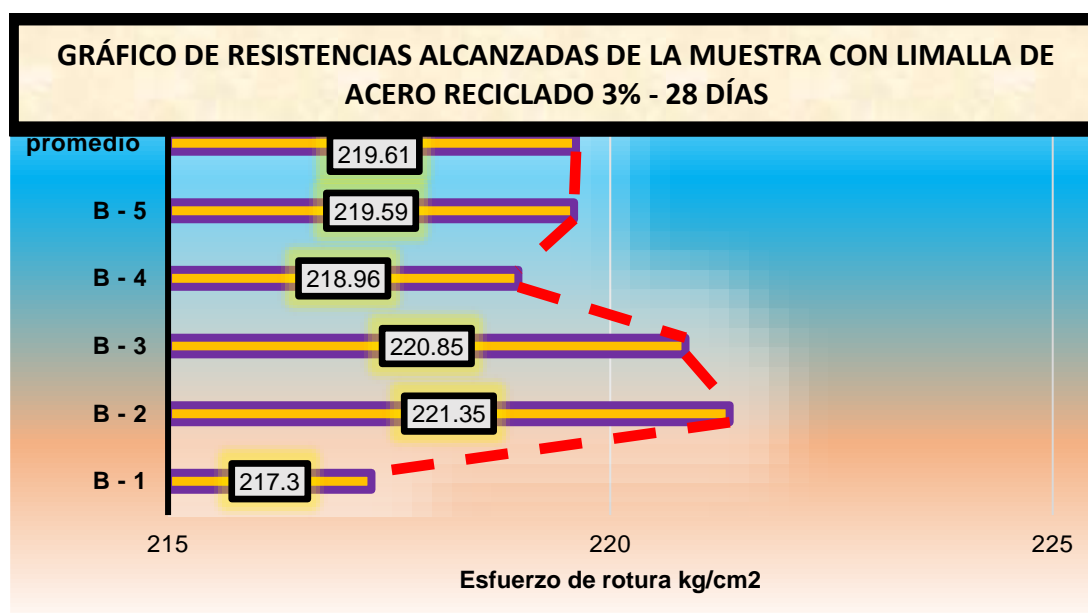
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 3% - 28 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	38452	15.14	176.87	217.30		
Briq -- 2	39012	15.10	176.88	221.35		
Briq -- 3	39080	15.05	176.89	220.85	210	28
Briq -- 4	38745	14.07	176.92	218.96		
Briq -- 5	38856	15.08	176.93	219.59		
<b>Promedio</b>				<b>219.61</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 21**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 3% - 28 días*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 25**

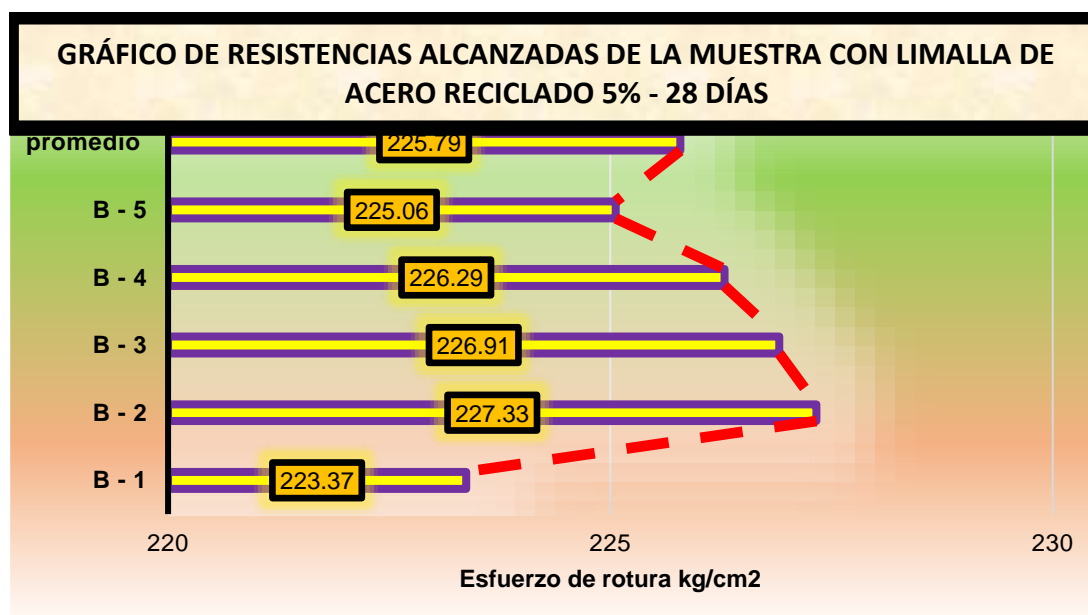
Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con limalla de acero reciclado 5% - 28 días.

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	39526	15.14	176.87	223.37		
Briq -- 2	40226	15.10	176.88	227.33		
Briq -- 3	40152	15.05	176.89	226.91	210	28
Briq -- 4	39882	14.07	176.92	226.29		
Briq -- 5	39825	15.08	176.93	225.06		
<b>Promedio</b>				<b>225.79</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 22**

Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con LAR 5% - 28 días.



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 26**

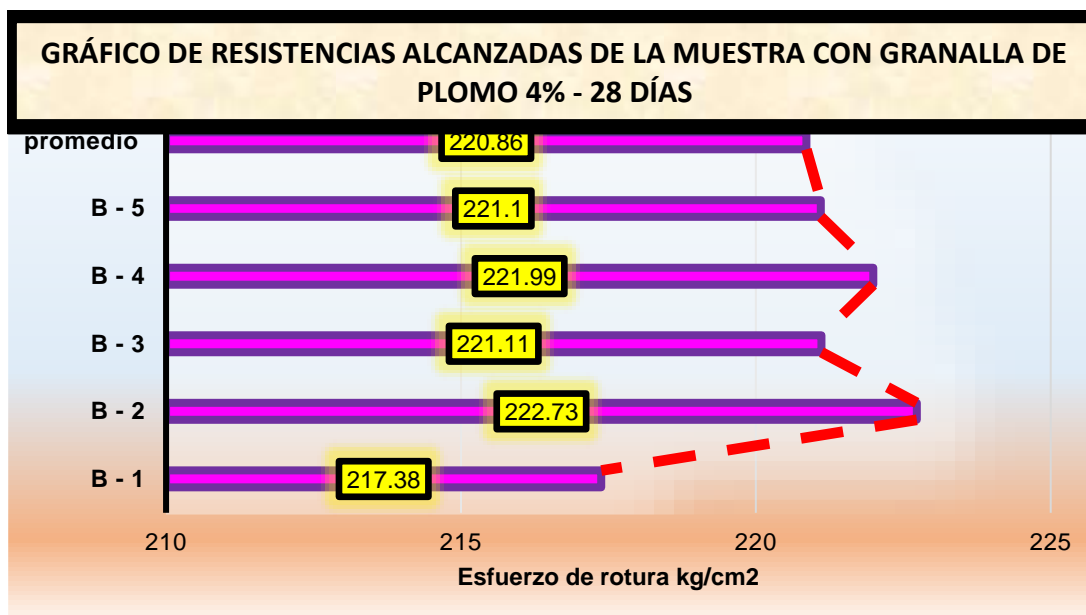
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 4% - 28 días*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	38465	15.14	176.87	217.38		
Briq -- 2	39412	15.10	176.88	222.73		
Briq -- 3	39125	15.05	176.89	221.11	210	28
Briq -- 4	39125	14.07	176.92	221.99		
Briq -- 5	39124	15.08	176.93	221.10		
			<b>Promedio</b>	<b>220.86</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 23**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 4% - 28 días.*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 27**

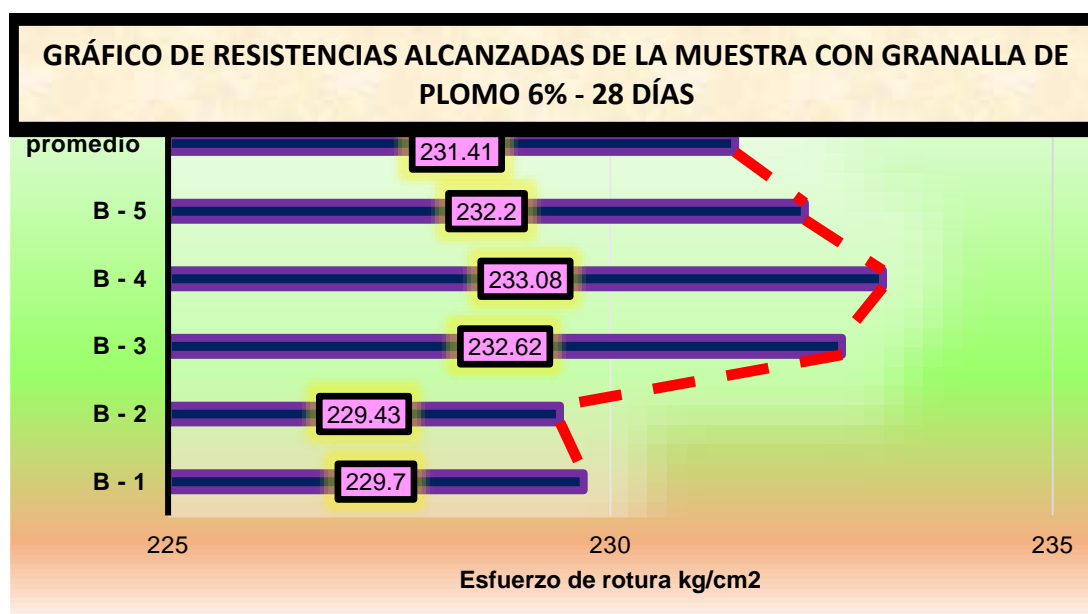
*Sumario de umbrales de resistencia logrados por la muestra con granalla de plomo 6% - 28 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
Briq -- 1	40646	15.14	176.87	229.70		
Briq -- 2	40598	15.10	176.88	229.43		
Briq -- 3	41162	15.05	176.89	232.62	210	28
Briq -- 4	41079	14.07	176.92	233.08		
Briq -- 5	41088	15.08	176.93	232.20		
<b>Promedio</b>				<b>231.41</b>		

La tabla muestra los resultados derivados de una prueba realizada en varias muestras de hormigón. Los datos abarcan mediciones de peso, dimensiones físicas y áreas estimadas, utilizadas para determinar la resistencia a la compresión de las muestras en términos de presión por unidad de área. Se especifica el tiempo de curado asociado con la prueba. Se calcula un promedio general de las resistencias adquiridas, estableciendo un número que represente el desempeño del material en las condiciones indicadas.

**Figura 24**

*Relación de las fortalezas mecánicas alcanzadas con la muestra con GP 6% - 28 días.*



La gráfica presentada ilustra los valores de resistencia a la compresión obtenidos para una muestra patrón de concreto. Cada línea horizontal corresponde a una probeta individual, con los valores de esfuerzo de rotura expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se destaca un promedio general de las resistencias alcanzadas, representado por una línea de referencia que permite comparar el desempeño individual de cada muestra frente al promedio global. Las etiquetas específicas señalan los valores de resistencia obtenidos para cada probeta, mostrando una ligera variación entre ellas. Esta representación gráfica facilita el análisis del comportamiento mecánico de la mezcla patrón bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 28**

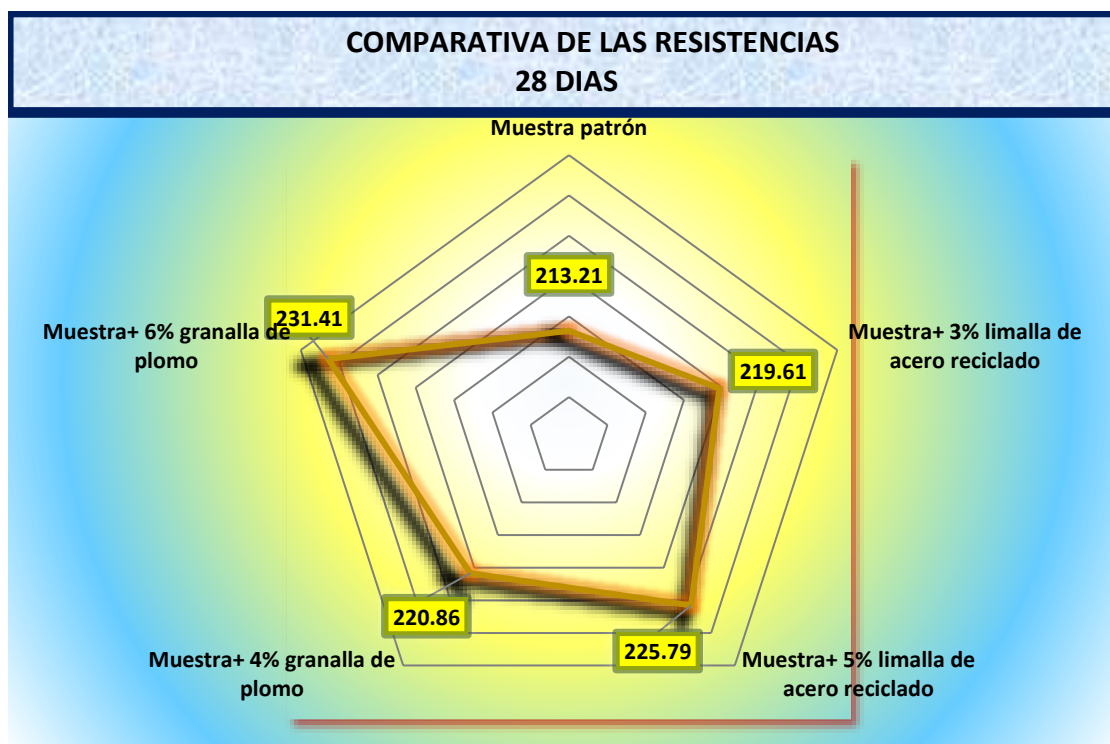
*Sumario de resistencias promedios a compresión – 28 días*

Promedio de Resistencias		
Descripción	Esfuerzo	Días
Muestra patrón	213.21	28
Muestra+ 3% limalla de acero reciclado	219.61	
Muestra+ 5% limalla de acero reciclado	225.79	
Muestra+ 4% granalla de plomo	220.86	
Muestra+ 6% granalla de plomo	231.41	

La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de diferentes mezclas de concreto evaluadas a los 28 días. Se incluyen una muestra patrón y varias mezclas modificadas con distintos porcentajes de limalla de acero reciclado y granallas de plomo. Para cada combinación, se registra el esfuerzo alcanzado en kg/cm<sup>2</sup>, permitiendo comparar el impacto de las adiciones en la resistencia del concreto. Los datos reflejan variaciones en el desempeño mecánico, destacando el efecto de cada tipo y proporción de material reciclado incorporado en la mezcla.

**Figura 25**

*Relación de las resistencias - 28 días*



La gráfica de radar muestra una comparación de las resistencias a la compresión de diferentes mezclas de concreto evaluadas a los 28 días. La muestra patrón, ubicada en el centro, sirve como referencia base, mientras que las mezclas modificadas con diferentes porcentajes de limalla de acero reciclado y granallas de plomo presentan resistencias superiores. La mezcla con un 6% de granallas de plomo destaca con el mayor valor de resistencia, seguida de las mezclas con un 5% de limalla de acero reciclado y un 4% de granallas de plomo. Estas variaciones evidencian que la incorporación de materiales reciclados mejora significativamente el comportamiento mecánico del concreto en comparación con la muestra patrón, especialmente después de un mayor periodo de curado. El gráfico permite observar de forma clara y visual la tendencia general de aumento en las resistencias conforme se incorporan ciertos aditivos.

#### 4.1.3 Resistencia a la flexión de las muestras evaluadas CP, LAR y GP

La prueba de resistencia a la flexión con limalla de acero reciclado y granalla de plomo es una técnica utilizada para evaluar la capacidad de un material compuesto que contiene estos componentes para permitir una flexión aceptable de las viguetas de concreto.

##### a) Resistencia a la flexión de las muestras a los 7 días

Tabla 29

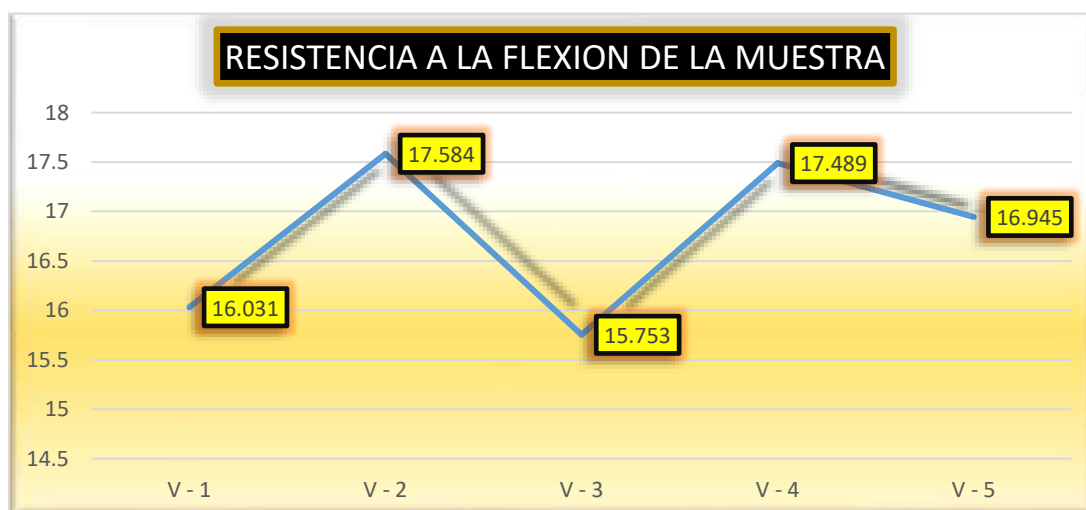
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra patrón 7 días

DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
V - 1	15.02	14.95	49.89	1078.46	16.031	
V - 2	15.01	14.96	49.99	1186.95	17.584	
V - 3	15.03	14.89	50.01	1059.78	15.753	7
V - 4	14.98	15.01	50.20	1176.56	17.489	
V - 5	14.89	15.03	50.12	1143.79	16.945	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 26**

Relación de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 7 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 30**

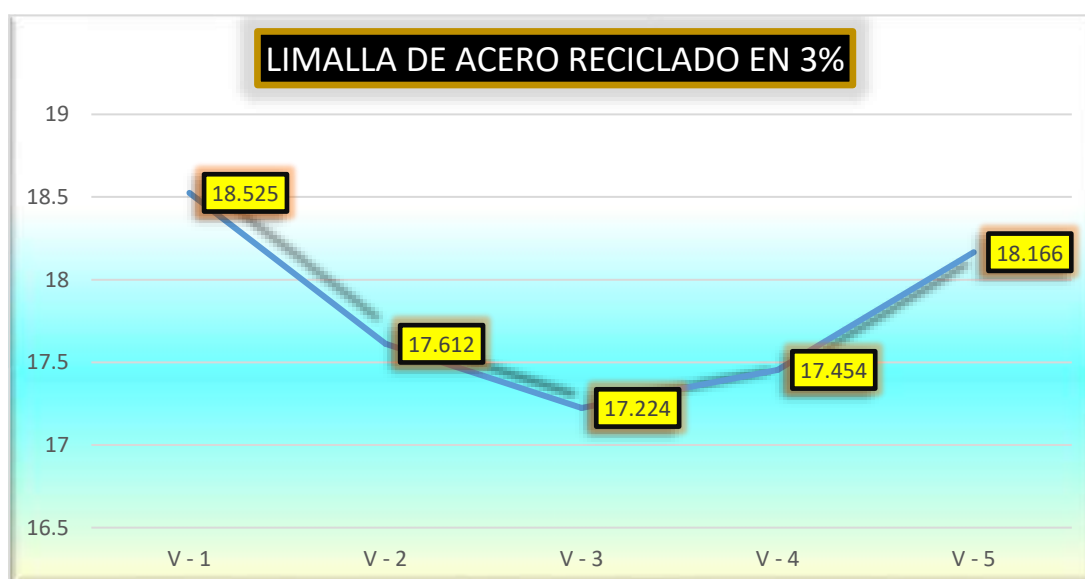
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado 3% 7 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1246.25	18.525	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1188.81	17.612	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1162.65	17.224	7
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1178.16	17.454	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1226.19	18.166	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 27**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 3% 7 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 31**

*Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado 5% 7 días*

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1126.14	16.739	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1249.26	18.508	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1126.63	16.691	7
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1296.23	19.203	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1199.26	17.767	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 28**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 5% 7 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 32**

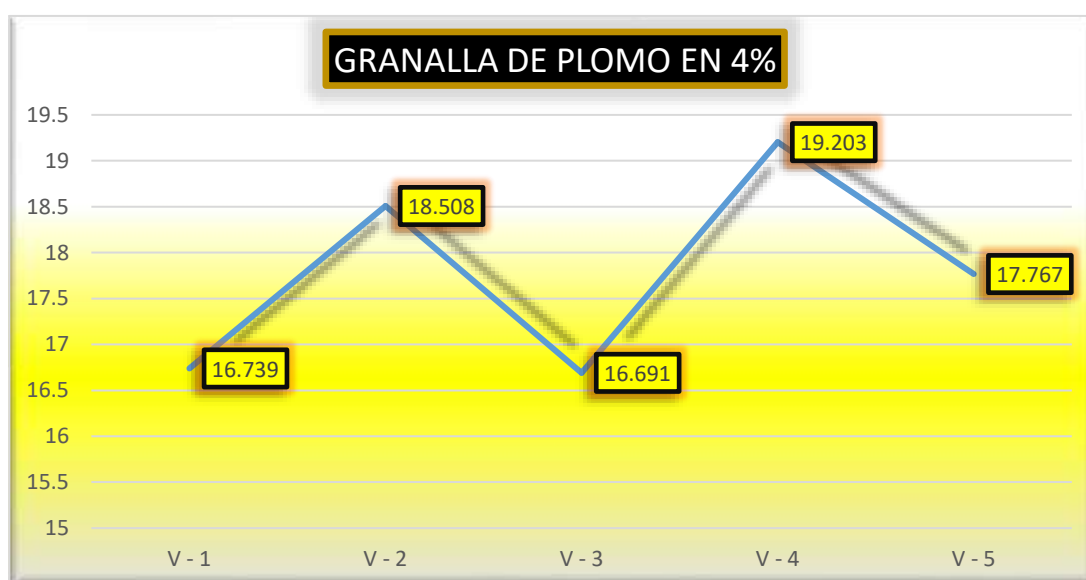
*Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 4% 7 días*

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1122.75	16.689	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1074.69	15.921	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1185.25	17.559	7
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1176.78	17.434	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1196.32	17.723	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 29**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 4% 7 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 33**

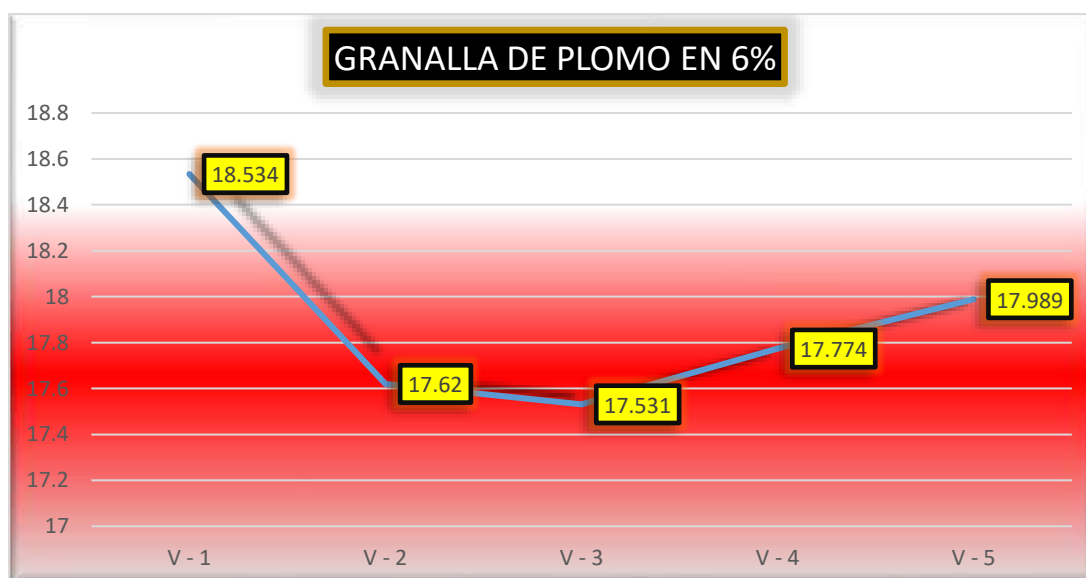
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 6% 7 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1246.86	18.534	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1189.36	17.620	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1183.36	17.531	7
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1199.74	17.774	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1214.25	17.989	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 30**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 6% 7 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

#### b) Resistencia a la flexión de las muestras a los 14 días

Tabla 34

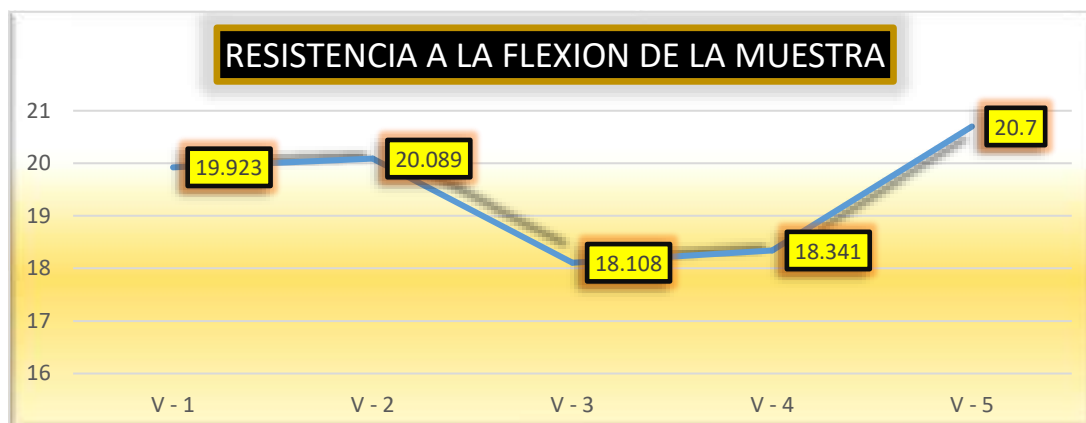
*Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra patrón 14 días*

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1340.32	19.923	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1355.98	20.089	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1222.32	18.108	14
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1238.05	18.341	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1392.62	20.700	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 31**

Relación de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 14 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 35**

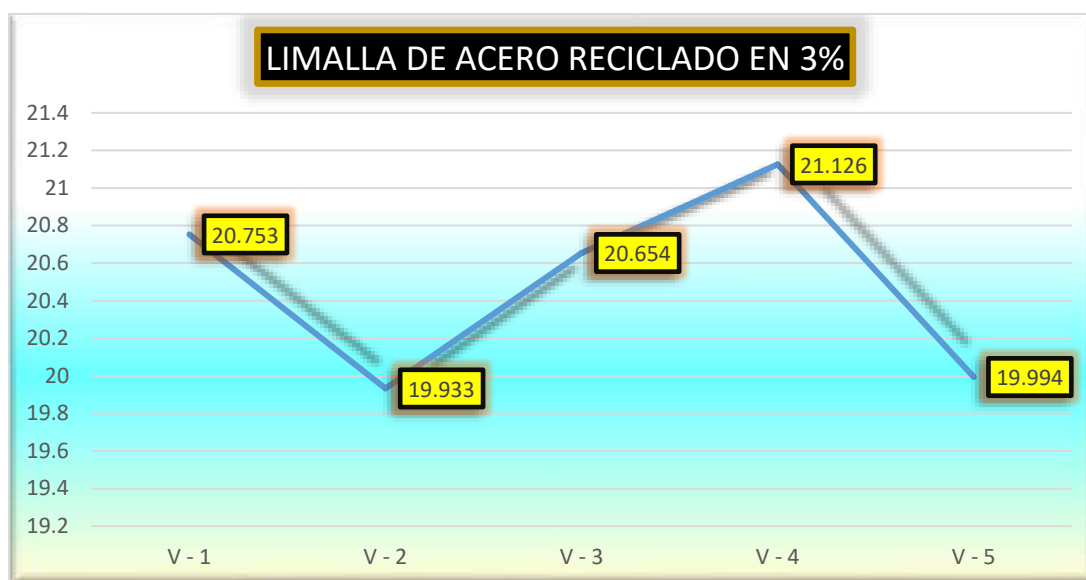
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado 3% 14 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1396.13	20.753	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1345.46	19.933	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1394.16	20.654	14
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1426.02	21.126	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1349.61	19.994	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 32**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 3% 14 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 36**

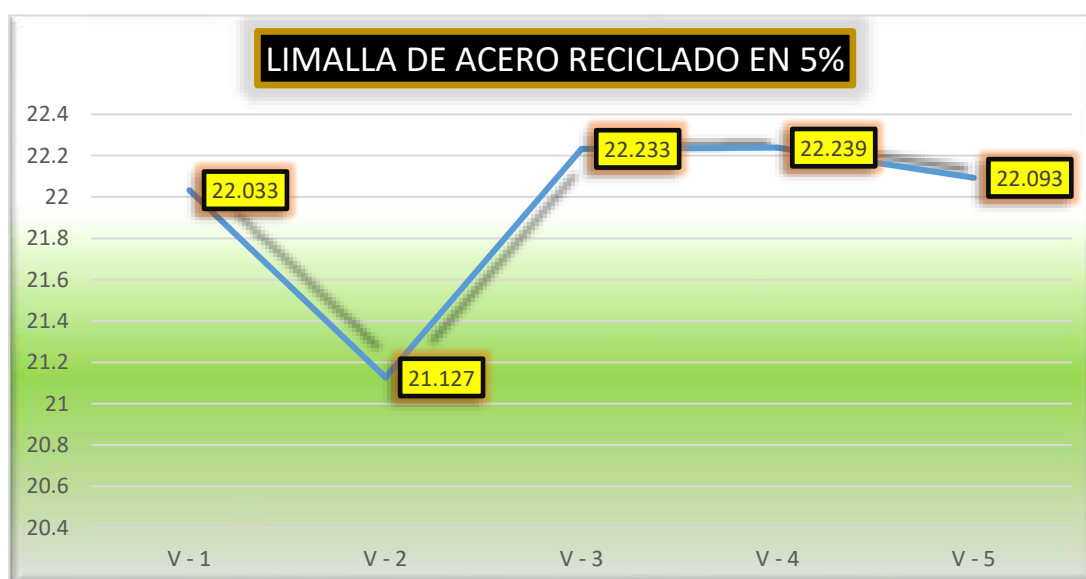
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado 5% 14 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1482.25	22.033	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1426.09	21.127	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1500.74	22.233	14
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1501.14	22.239	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1491.29	22.093	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 33**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 5% 14 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 37**

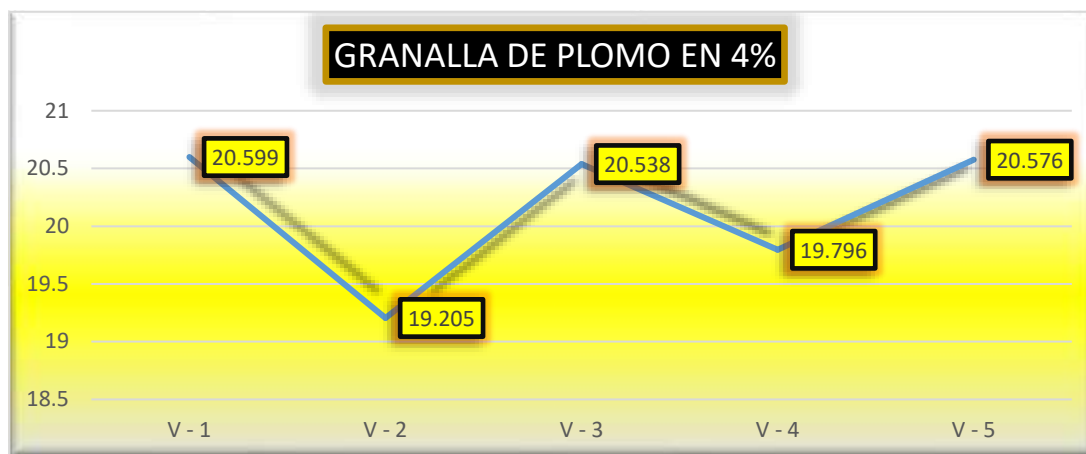
*Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 4% 14 días*

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1385.78	20.599	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1296.36	19.205	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1386.32	20.538	14
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1336.25	19.796	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1388.91	20.576	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 34**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 4% 14 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 38**

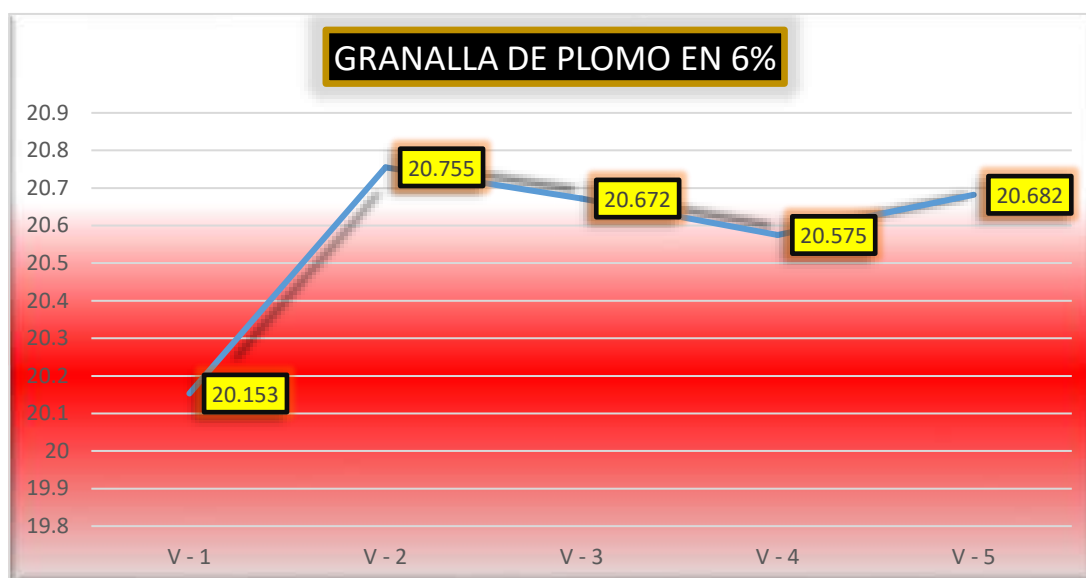
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 6% 14 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1355.78	20.153	14
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1400.96	20.755	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1395.36	20.672	
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1388.78	20.575	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1396.06	20.682	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 35**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 6% 14 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

### c) Resistencia a la flexión de las muestras a los 28 días

Tabla 39

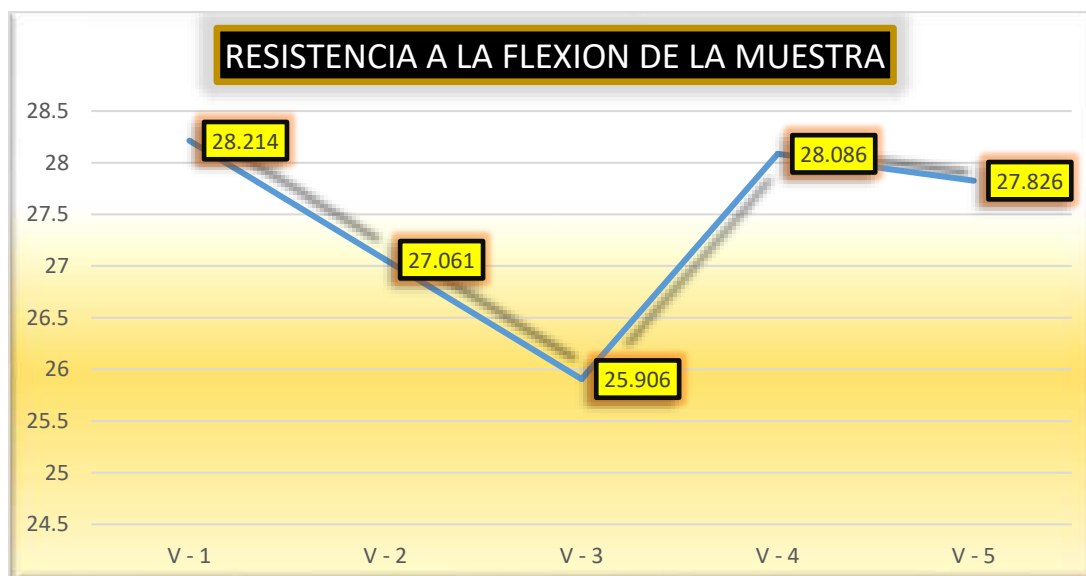
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra patrón 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1898.11	28.214	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1826.65	27.061	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1748.65	25.906	28
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1895.79	28.086	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1878.26	27.826	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

Figura 36

Relación de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 28 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 40**

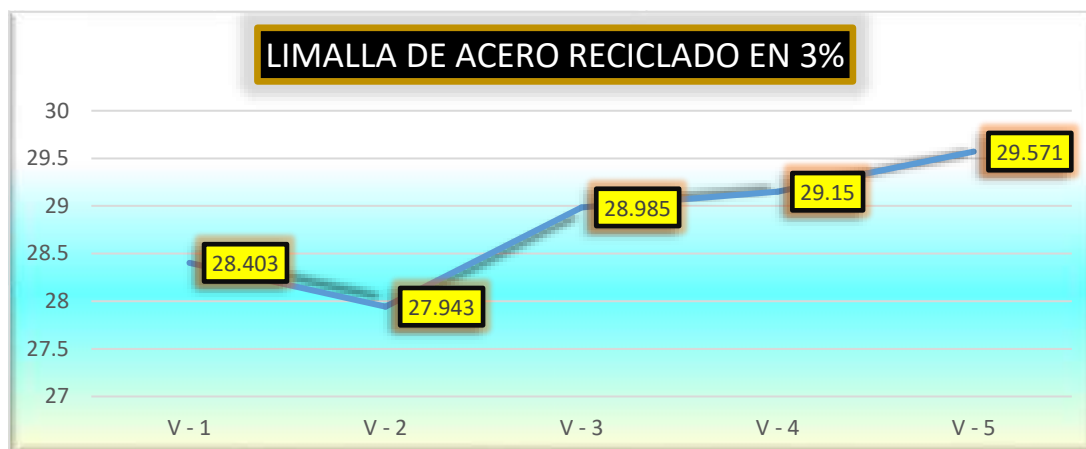
*Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado 3% 28 días*

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1910.79	28.403	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1886.13	27.943	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1956.49	28.985	28
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1967.64	29.150	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1996.02	29.571	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 37**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 3% 28 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 41**

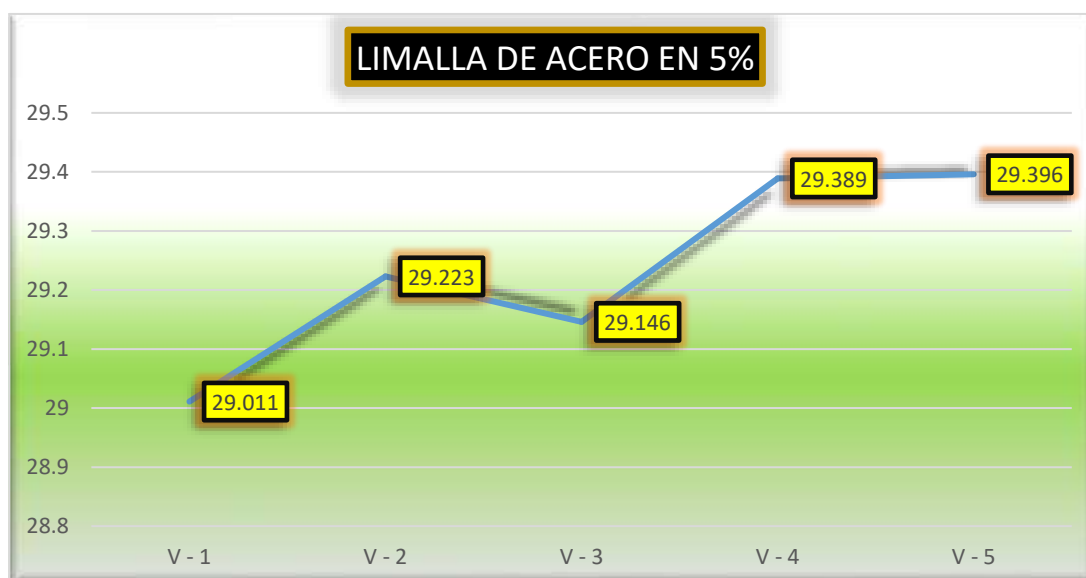
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con limalla de acero reciclado 5% 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1951.74	29.011	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1972.58	29.223	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1967.35	29.146	28
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1983.74	29.389	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1984.25	29.396	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 38**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con LAR 5% 28 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 42**

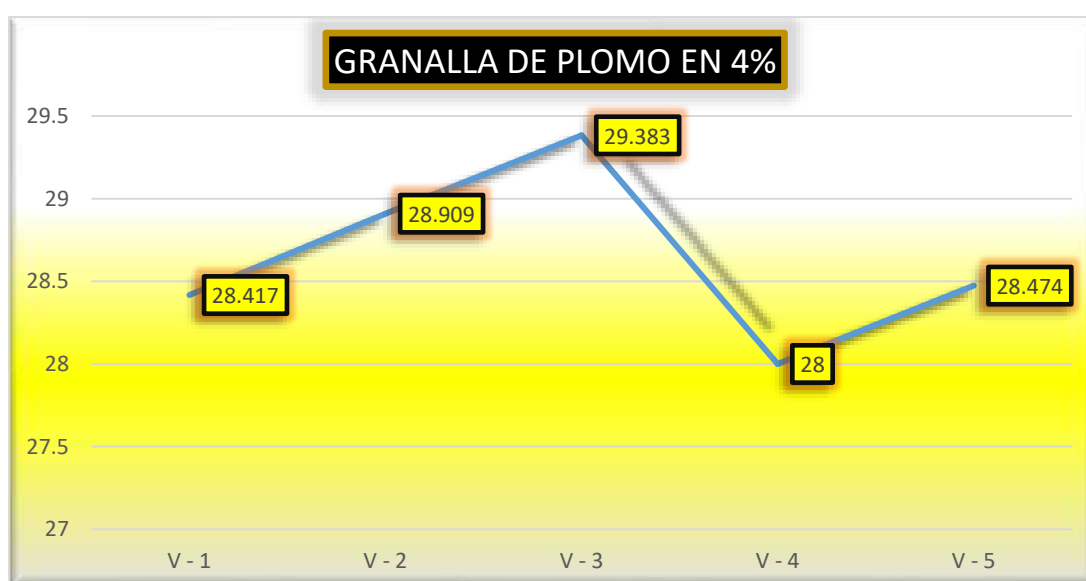
Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 4% 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1911.78	28.417	28
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1951.36	28.909	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1983.35	29.383	
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1890.02	28.000	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1922.01	28.474	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 39**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 4% 28 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 43**

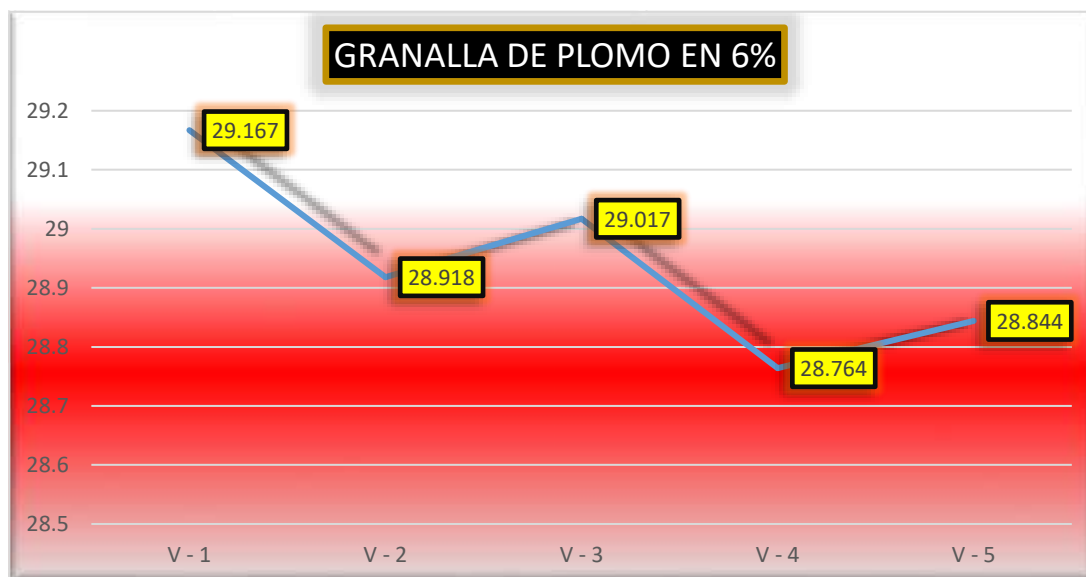
*Sumario de resistencia mecánica ante flexión de la muestra con granalla de plomo 6% 28 días*

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)			
1	V - 1	15.02	14.95	49.89	1962.23	29.167	
2	V - 2	15.01	14.96	49.99	1951.96	28.918	
3	V - 3	15.03	14.89	50.01	1958.65	29.017	28
4	V - 4	14.98	15.01	50.20	1941.54	28.764	
5	V - 5	14.89	15.03	50.12	1946.99	28.844	

La tabla muestra los resultados de una prueba de resistencia a la flexión realizada en diferentes muestras de concreto. El documento contiene medidas promedio de las dimensiones de las muestras, las lecturas de prueba registradas y los valores de resistencia a la flexión calculados dados como presión por unidad de área. También se indica la edad de las muestras en días en el momento de la prueba. Los resultados permiten identificar y comparar el comportamiento mecánico de las muestras en circunstancias de prueba definidas.

**Figura 40**

Relación de las características flexionales referente a los especímenes con GP 6% 28 días



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos para diferentes muestras de hormigón. Cada punto del gráfico representa una muestra única, y los valores se muestran numéricamente junto a cada marcador para facilitar la comprensión. Se observa una discrepancia en la resistencia entre las muestras, con algunos valores aumentados y otros reducidos, lo que significa diferencias en su rendimiento mecánico. La línea que une los puntos permite una representación clara del patrón de los datos, resaltando los picos y valles en las mediciones. Este análisis gráfico facilita la detección de patrones y la comparación del comportamiento de la muestra bajo las condiciones evaluadas.

**Tabla 44**

*Sumario de las resistencias a los 28 días*

<b>RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN</b>	
<b>descripción</b>	<b>RESISTENCIAS (KG/CM2)</b>
<b>Muestra patrón</b>	27.42
<b>Muestra + LAR 3%</b>	28.36
<b>Muestra + LAR 5%</b>	28.45
<b>Muestra + GP 4%</b>	28.36
<b>Muestra + GP 6%</b>	28.25

La tabla presentada resume los valores de resistencia a la flexión obtenidos en diferentes mezclas de concreto. Se incluyen una muestra patrón y mezclas modificadas con adiciones específicas de limalla de acero reciclado (LAR) y granallas de plomo (GP) en distintos porcentajes. Los resultados muestran un incremento en las resistencias a la flexión en las mezclas modificadas en comparación con la muestra patrón, indicando un comportamiento mejorado. Las mezclas con 3% y 5% de LAR alcanzan valores ligeramente superiores, mientras que las mezclas con GP presentan resistencias similares, pero consistentemente más altas que la muestra patrón. Este análisis refleja la influencia positiva de los aditivos reciclados en las propiedades mecánicas del concreto.

**Figura 41**

*Comparación de resistencias a flexión -28 días*



La gráfica compara los valores de resistencia a la compresión de diferentes mezclas de concreto a los 28 días, incluyendo una muestra patrón y otras modificadas con porcentajes específicos de limalla de acero reciclado (LAR) y granallas de plomo (GP). Cada barra horizontal representa una mezcla, destacando su resistencia en kg/cm<sup>2</sup>. La muestra patrón presenta el valor más bajo, mientras que las mezclas con LAR al 5% y al 3% alcanzan los valores más altos. Las mezclas con GP al 4% y 6% también muestran mejoras respecto a

la muestra patrón, aunque con valores ligeramente menores que las mezclas con LAR. Esta representación gráfica permite observar claramente cómo las modificaciones influyen positivamente en la resistencia del concreto, destacando la efectividad de los materiales reciclados en mejorar su desempeño mecánico.

**Tabla 45**

*Relación entre resistencia a la flexión obtenida y diseñada (%).*

RESISTENCIA A FLEXIÓN			
Muestra	7días	14días	28días
MP	61.36%	71.25%	100.35%
+3% LAR	65.25%	75.69%	105.42%
+6% LAR	65.41%	80.75%	107.74%
+4% GP	62.25%	73.14%	104.35%
+6% GP	65.36%	75.36%	106.36%

La tabla muestra los valores de resistencia a la flexión, expresados como porcentajes relativos, para diferentes mezclas de concreto evaluadas a 7, 14 y 28 días. Incluye una mezcla patrón (MP) y mezclas modificadas con adiciones de limalla de acero reciclado (LAR) y granallas de plomo (GP) en proporciones específicas. Se observa que todas las mezclas modificadas superan la resistencia de la muestra patrón en los tres tiempos de evaluación, destacándose especialmente las mezclas con 5% y 6% de materiales reciclados. A medida que aumenta el tiempo de curado, se evidencia un incremento progresivo en la resistencia para todas las mezclas, siendo las adiciones de GP y LAR las que más contribuyen a mejorar el desempeño mecánico. La tabla permite identificar tendencias claras en el fortalecimiento del concreto a través de estas modificaciones.

Figura 42

Relación de resistencia mecánica ante flexión alcanzadas en %



La gráfica muestra una comparación de las resistencias a la flexión, expresadas en porcentajes, para diferentes mezclas de concreto evaluadas a 7, 14 y 28 días. Cada línea representa una mezcla específica: la muestra patrón (MP) y mezclas con adiciones de limalla de acero reciclado (LAR) y granallas de plomo (GP). Se observa que las mezclas modificadas con materiales reciclados presentan un mejor desempeño en todos los periodos de evaluación en comparación con la muestra patrón, especialmente al alcanzar los 28 días, donde los valores son más elevados. Las mezclas con un 5% y 6% de aditivos reciclados destacan con las resistencias más altas, reflejando el efecto positivo de estas adiciones en el concreto. La gráfica permite visualizar de manera clara las tendencias de incremento de resistencia con el tiempo y la influencia de cada modificación en las propiedades mecánicas del material.

## 4.2 Discusión de resultados

La investigación del hormigón convencional con fibra de arena de acero reciclada y perdigones de plomo arrojó importantes hallazgos que facilitan la evaluación de la viabilidad y eficacia de estos materiales reciclados para mejorar las características mecánicas del hormigón. Se proporciona un análisis exhaustivo de los datos relacionados con la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, respaldado por referencias e investigaciones previas para dilucidar su importancia.

### Trabajabilidad del hormigón

Los hallazgos demostraron que la inclusión de fibra de arena de acero reciclado al 3% y 5%, junto con la adición de perdigones de plomo al 6%, disminuyeron los valores de asentamiento del concreto, logrando promedios de 3.64", 3.54" y 3.51", respectivamente, la reducción de la trabajabilidad es un fenómeno predecible en combinaciones que incluyen materiales fibrosos o partículas de alta densidad, ya que estos componentes inducen una mayor fricción interna dentro de la matriz del concreto (Hernández et al., 2021). A pesar de la reducción de los valores, se mantuvieron dentro de los límites permitidos para el concreto estructural, lo que sugiere que con modificaciones adecuadas en la relación agua/cemento o el uso de plastificantes, estos materiales reciclados pueden integrarse sin comprometer el manejo y la manipulación. posicionamiento del concreto.

Este comportamiento se alinea con estudios de López y Martínez (2020), quienes indicaron que la incorporación de fibras metálicas muchas veces disminuye la fluidez del concreto debido a la alteración física que provocan en el flujo de la mezcla. Por el contrario, el impacto de los perdigones de plomo puede estar relacionado con su elevada densidad y morfología desigual, lo que mejora la cohesión interna al tiempo que impide la movilidad sin obstáculos de los componentes. Esto indica que la selección de proporciones adecuadas y el diseño óptimo de la mezcla es esencial para preservar la trabajabilidad dentro de los parámetros especificados.

### **Fuerza compresiva**

El uso de elementos reciclados dio como resultado mejoras sustanciales en la resistencia a la compresión, un criterio vital en el diseño del hormigón. La combinación básica presentó un valor medio de 213,21 kg/cm<sup>2</sup>, pero la incorporación de un 5% de escoria siderúrgica reciclada elevó este valor hasta 225,79 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, el uso de perdigones de plomo al 6% mejoró la resistencia hasta 231,41 kg/cm<sup>2</sup>. Esta mejora se atribuye a la capacidad de la lima de acero para funcionar como un refuerzo interno que distribuye uniformemente las tensiones, mejorando así la cohesividad y disminuyendo la aparición de microfisuras (Pérez et al., 2019). Además, la densidad y el contenido metálico de los perdigones de plomo pueden haber mejorado el confinamiento de la matriz, aumentando así la capacidad del hormigón para soportar presiones de compresión.

Los hallazgos se alinean con otros estudios que indican que las fibras metálicas recicladas y materiales análogos pueden mejorar notablemente las características del concreto, especialmente en aplicaciones de alta demanda estructural (López & Martínez, 2020). Este impacto beneficioso corrobora aún más la idea de que los materiales reciclados sirven como una opción sostenible e incluso superan al hormigón tradicional cuando se utilizan en proporciones adecuadas.

### **Resistencia a la flexión**

Los resultados en cuanto a la resistencia a la flexión también fueron prometedores. El hormigón estándar tenía una resistencia media de 27,41 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, el uso de un 3% de listones de acero reciclado mejoró esta resistencia a 28,81 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, el uso de perdigones de plomo al 6% incrementó el valor a 28,94 kg/cm<sup>2</sup>. Las ganancias se atribuyen a la acción reforzante de las fibras metálicas, que funcionan como puentes que impiden la propagación de la fractura bajo cargas de tracción, mejorando así la capacidad de flexión del material (Pérez et al., 2019).



Además, las propiedades del perdigones de plomo pueden estar asociadas con su capacidad para mejorar la densidad del hormigón, facilitando así una distribución más uniforme de las tensiones dentro de la matriz. Esto se alinea con la investigación de Gómez y Torres (2019), que indicaron que la incorporación de partículas metálicas mejora la resistencia y longevidad del concreto al refinar su estructura interna.

### **Análisis integral**

Esta investigación indica que el uso de arena de acero reciclado y perdigones de plomo mejora las cualidades mecánicas del hormigón ordinario, en particular su resistencia a la compresión y a la flexión. A pesar de un pequeño impacto en la trabajabilidad, los valores se mantuvieron dentro de límites aceptables, lo que indica que con modificaciones mínimas en el diseño de la mezcla, estos materiales reciclados se pueden utilizar de manera efectiva en aplicaciones estructurales.

Estos hallazgos subrayan la importancia de investigar y abogar por la utilización de materiales reciclados en la construcción, sirviendo como una opción sustentable y como un medio para mejorar el desempeño del concreto. La integración de elementos como mallas de acero y perdigones de plomo supone un avance sustancial hacia una economía circular en el sector de la construcción, minimizando los residuos y mejorando la eficiencia de los recursos.



## CONCLUSIONES

- C.1.** La inclusión de malla de acero reciclado en concentraciones del 3% y 5% resultó en una reducción de la trabajabilidad del concreto, arrojando valores de asentamiento de 3.59" y 3.50", respectivamente. El valor mínimo registrado estuvo asociado a la adición de perdigones de plomo, resultando en un asentamiento de 3.45", el cual se mantiene dentro de los parámetros considerados aceptables por las normas establecidas.
- C.2.** La fusión de arena de acero reciclado y perdigones de plomo en proporciones designadas mostró un efecto beneficioso sobre la resistencia a la compresión del hormigón. El hormigón de cimentación tenía una resistencia inicial de 213,21 kg/cm<sup>2</sup>. El uso de un 5% de acero reciclado supuso una notable mejora de la resistencia, alcanzando un valor de 225,79 kg/cm<sup>2</sup>. El uso de perdigones de plomo al 6% dio como resultado una resistencia a la compresión de 231,41 kg/cm<sup>2</sup>, superando las métricas del hormigón estándar.
- C.3.** La resistencia a la flexión del hormigón se mejoró mediante la incorporación de malla de acero reciclado y perdigones de plomo en determinadas proporciones. La resistencia a la compresión típica del hormigón ordinario era de 27,41 kg/cm<sup>2</sup>. El uso de un 3% de perdigones de acero reciclado aumentó la resistencia a 28,81 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la inclusión de un 6% de perdigones de plomo dio como resultado una resistencia de 28,94 kg/cm<sup>2</sup>, lo que demuestra mejoras considerables en comparación con el hormigón normal.



## RECOMENDACIONES

- R.1.** Las investigaciones complementarias son esenciales para realizar un examen exhaustivo de las diferencias en el asentamiento del hormigón resultantes del uso de cantidades variables de arena de acero reciclado y perdigones de plomo. Esta metodología mejorará la comprensión del comportamiento de la mezcla en diversas proporciones materiales.
- R.2.** Se recomienda realizar investigaciones exhaustivas que investiguen a fondo las diversas resistencias que el hormigón puede alcanzar con diferentes niveles de dosis. Esto facilitará la identificación de las cantidades ideales de materiales utilizados en este estudio, aumentando así su rendimiento y utilidad en determinadas aplicaciones.
- R.3.** Se recomienda ensayar diferentes proporciones de granalla de acero recuperada y perdigones de plomo, ambos recursos reciclables, como sustitutos de los componentes convencionales de la mezcla de hormigón. Esta técnica busca determinar una combinación que optimice las características mecánicas del hormigón, potenciando su rendimiento y sostenibilidad.



## REFERENCIAS

- A. G. Bitencourt, L., Manzoli, O. L., Bittencourt, T. N., & Vecchio, F. J. (2019). Numerical modeling of steel fiber reinforced concrete with a discrete and explicit representation of steel fibers. *International Journal of Solids and Structures*, 159, 171-190. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2018.09.028>
- Abad, J. P. A., Tamariz, A. E. S., Oscanoa, J. R., & Pereda, F. Y. P. (2024). Incorporación de Escoria de Eucalipto y Poliestireno Reciclado para Mejorar las Propiedades del Concreto Ligero. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 2841-2859. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.9622](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9622)
- Amin, M. N., Ahmad, W., Khan, K., & Ahmad, A. (2022). Steel Fiber-Reinforced Concrete: A Systematic Review of the Research Progress and Knowledge Mapping. *Materials*, 15(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/ma15176155>
- Amorós Morote, C. E., & Bendezú Ulloa, J. C. (2019). Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626313>
- Aparicio, R., & Andrés, F. (2020). *Caracterización de las propiedades físicas y químicas de los agregados finos y gruesos con mayor demanda en la ciudad de Tunja* [Bachelor thesis]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/29821>
- Asocem. (2018, marzo 21). *Escoria de Cobre como sustitutivo de la Arena para la Producción Sostenible del Concreto*. Asocem. <http://www.asocem.org.pe/noticias-internacionales/incorporacion-de-la-escoria-de-cobre-como-sustitutivo-de-la-arena>
- Barboza, A. E. C., Monja, J. L. M., & Pérez, S. P. M. (2021). Comportamiento Térmico y Estructural del Concreto Expuesto a Altas Temperaturas: Una Revisión de la Literatura. *INVESTIGATIO*, 16, Article 16. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2021.16.7>



- Chinguel Delgado, R. L. R. (2020). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando escoria de hoja de eucalipto y microsílíce con escoria de hoja de eucalipto, Lima 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57298>
- Cruzado de la Cruz, H. Y., & Rivera Chuñe, B. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas*. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/13159>
- Cueva Torres, B. R., & Sulca Pablo, R. F. (2019). Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67937>
- Deledesma Carrera, Y. Y. (2021). Resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, Huaraz—2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61609>
- Espinoza Davila, A. E. (2021). Análisis comparativo de resistencia a compresión adicionando residuos de PVC y concreto convencional en losa de pavimento rígido, El Dorado. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65107>
- Estupiñan, D. F. J., & Caballero, J. J. G. (2020). Importancia del concreto en el campo de la construcción. *Formación Estratégica*, 2(1), Article 1.
- Flores Ruiz, L. J., & Romero Mendo, C. A. R. (2023). Análisis correlacional entre el Índice de Penetración y el Índice CBR en el Módulo de Reacción de la subrasante de la ciudad de Pucallpa, Ucayali. *Universidad Ricardo Palma - Repositorio Institucional*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/7203>
- Gomez Rojas, N. G. (2020, febrero 4). «Metodología de la investigación, ¿para qué?: La producción de los datos y los diseños», Néstor Cohen, Gabriela Gómez Rojas (2020). *Portal de la Comunicación*. <https://incom.uab.cat/portalscom/books/libros/metodologia-de-la-investigacion-para-que-la-produccion-de-los-datos-y-los-disenos-nessor-cohen-gabriela-gomez-rojas-2020/>



- Gómez-Gómez, A., Vinasco-Isaza, L. E., Lima, N. B. de, Tenório, J. A. S., Gómez-Gómez, A., Vinasco-Isaza, L. E., Lima, N. B. de, & Tenório, J. A. S. (2018). Relación entre el tamaño de partícula y el contenido de las fases cristalinas presentes en una escoria de aluminio. *DYNA*, 85(206), 348-354. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.74252>
- Huancas Correa, D. (2020). *Incremento de la energía de compactación y su influencia en la máxima densidad seca y optimo Humedad presente en las muestras de suelos granulares de canteras en el Perú*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3412>
- Jannat, N., Hussien, A., Abdullah, B., & Cotgrave, A. (2020). Application of agro and non-agro waste materials for unfired earth blocks construction: A review. *Construction and Building Materials*, 254, 119346. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119346>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Ojeda, D. P. C. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Ordinola Fuentes, J. A. (2022). Influencia de la adición de granalla de plomo y plástico triturado PET en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105035>
- Pérez, G., & Fernando, J. (2016). *Aprovechamiento de escorias de carbón mineral producidas en la industria local como material conglomerante en la construcción* [masterThesis, Universidad de Medellín]. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/65>
- Perez Mieses, M. I. (2021). *Evaluación del pavimento rígido adicionando Limalla de acero en el C.P Ranra, Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021*. <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/9764>
- Quille Mamani, M. E. (2022). *Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto F'c = 280 kg/cm2 Juliaca, Puno 2022*.
- Quille Mamani, M. E., & Vilca Noa, M. A. (2022). Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto F'c = 280 kg/cm2 Juliaca, Puno 2022.





## ANEXOS



### Anexo 1. Matriz de Consistencia

<b>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024</b>				
<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>Inst. de Medición</b>
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el distrito de Santa Rosa 2024?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Comparar la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el distrito de Santa Rosa 2024.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el distrito de Santa Rosa 2024, será positiva con ambos materiales.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Fibra de Limalla de Acero Reciclado y Granallas de Plomo</p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la incidencia de la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo 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 Rosa 2024?</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar la incidencia de la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo 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 Rosa 2024.</p> <p>Determinar el efecto del empleo de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo en la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>La incidencia de la adición de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo será positiva ya que conservará el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.</p> <p>La influencia de la aplicación de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo será positiva puesto que mejorará la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.</p> <p>El efecto del empleo de fibra de limalla de acero reciclado y granallas de plomo será positiva ya que incrementará la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Santa Rosa 2024.</p>	<p><b>Dimensiones:</b></p> <p><i>Proporciones de adición de escorias de carbón mineral</i></p> <p>MP +3% LAR</p> <p>MP +6% LAR</p> <p>MP +4% GP</p> <p>MP + 6% GP</p>	
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p><i>Resistencia a la compresión</i></p> <p><i>Resistencia a la flexión</i></p>	<p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>			



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** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024  
**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN MAMAN CONDORI  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>490.65</u>
N° 4	39.25	7.85	7.85	92.15	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>513.86</u>
N° 8	207.63	41.53	49.38	50.62	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
N° 16	83.96	16.79	66.17	33.83	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1635.10</u>
N° 30	30.78	6.16	72.32	27.68	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	38.12	7.62	79.95	20.05	Wc+B =	<u>1841</u> Wc+B-W = <u>206</u>
N° 100	13.96	2.79	82.74	17.26	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{513.86}{1635.10 - 1841} = 2.50$ gr/cm <sup>3</sup>
N° 200	86.3	17.26	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	<u>513.86</u> B-A = <u>23.21</u>
SUMA	500.00	25.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{23.21 \times 100}{490.65} = 4.73$ %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
MF = MÓDULO DE FINEZA			3.58			

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>781.98</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada <u>799.01</u>
1"	875.63	8.76	8.76	91.24	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
3/4"	1968.69	19.69	28.44	71.56	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1826.47</u>
1/2"	2235.02	22.35	50.79	49.21	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	1822.86	18.23	69.02	30.98	Wc+B =	<u>2126</u> Wc+B-W = <u>299</u>
N° 4	2074.24	20.74	89.76	10.24	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{799.01}{1826.47 - 2126} = 2.67$ gr/cm <sup>3</sup>
N° 8	1023.56	10.24	79.26	20.74	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	79.26	20.74	B =	<u>799.01</u> B-A = <u>17.03</u>
SUMA	10000.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{17.03 \times 100}{781.98} = 2.18$ %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A. [Signature]  
 Mtro. Alfredo Yane 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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBÉN MAMANI CONDORI

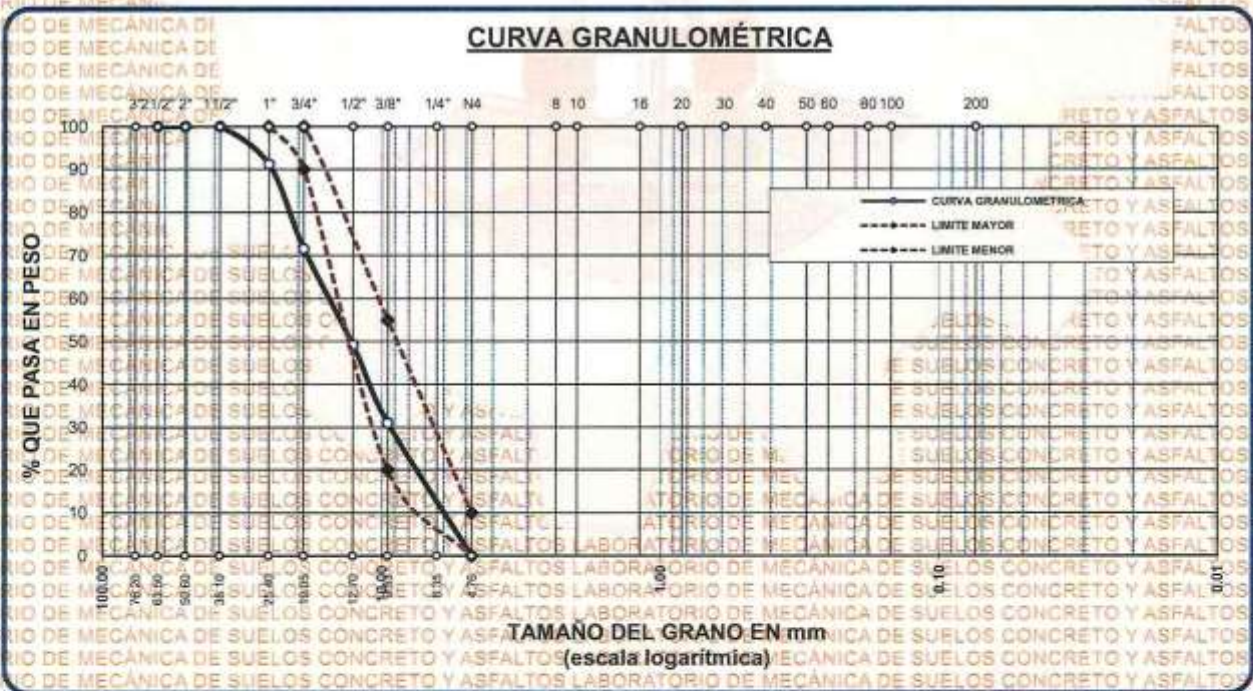
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

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

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso inicial = 10000 gr Tamaño max. nominal = 3/4"
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 %	OBSERVACIONES:
1"	25.400	875.63	8.76	8.76	91.24		
3/4"	19.050	1968.69	19.69	28.44	71.56		
1/2"	12.200	2235.02	22.35	50.79	49.21	20 - 55 %	
3/8"	9.525	1822.86	18.23	69.02	30.98		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	1023.56	10.24	79.26	20.74		
BASE		0.00	0.00	79.3	20.7		
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
 M.Sc. JHONNATAN TORRES  
 INGENIERO CIVIL  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 UANCV



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:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI

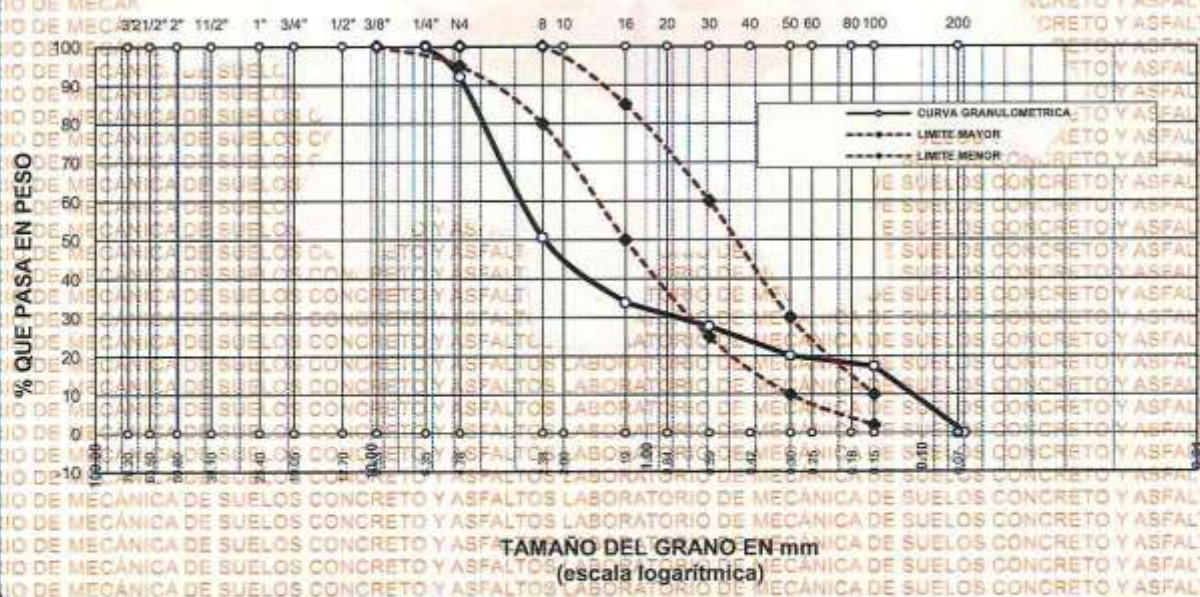
**CANTERA:** ISLA- AGREGADO FINO

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

**FECHA:** 03 DE JUNIO 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. Módulo de Fineza = 3.58 OBSERVACIONES:
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	39.25	7.85	7.85	92.15	80 - 100 %	
No8	2.380	207.63	41.53	49.38	50.62		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	83.96	16.79	66.17	33.83		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	30.78	6.16	72.32	27.68		
No40	0.420					10 - 30 %	
No50	0.300	38.12	7.62	79.95	20.05		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	13.96	2.79	82.74	17.26	2-10%	
No200	0.074	86.30	17.26	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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



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** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBÉN MAMANI CONDOR

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	6132 gr	6132 gr	6132 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9799.00 gr	9887.00 gr	9768.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3667.00 gr	3755.00 gr	3636.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.759 gr/cm <sup>3</sup>	1.801 gr/cm <sup>3</sup>	1.744 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.768 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	6132 gr	6132 gr	6132 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>	2085 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9789.00 gr	10025.00 gr	9796.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3657.00 gr	3893.00 gr	3664.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.754 gr/cm <sup>3</sup>	1.867 gr/cm <sup>3</sup>	1.758 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.793 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



*Yvonne Yana Torres*  
M.Sc. INGENIERA CIVIL  
FICP - CALIFICADA  
918 104257



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 :** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE :** BACHILLER RUBÉN MAMANI CONDORI

**CANTERA :** ISLA - AGREGADO GRUESO

ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA :** 03 DE JUNIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	6132 gr	6132 gr	6132 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9475.00 gr	9536.00 gr	9537.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3343.00 gr	3404.00 gr	3405.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.045 gr/cm <sup>3</sup>	1.064 gr/cm <sup>3</sup>	1.065 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.058 gr/cm <sup>3</sup>	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	6132 gr	6132 gr	6132 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9779.00 gr	9887.00 gr	9903.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3647.00 gr	3755.00 gr	3771.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.140 gr/cm <sup>3</sup>	1.174 gr/cm <sup>3</sup>	1.179 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.165 gr/cm <sup>3</sup>	

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mejor. Yanina Yana Torres  
DIP 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:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI

**CANTERA:** ISLA - AGREGADO GRUESO

ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA:** 03 DE JUNIO DEL 2024

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	422.88
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	406.57
PESO DEL TARRO (gr.)	52.16
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	370.72
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	354.41
PESO DEL AGUA (gr.)	16.31
% HUMEDAD	4.60

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	408.49
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	398.35
PESO DEL TARRO (gr.)	52.82
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	355.67
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	345.53
PESO DEL AGUA (gr.)	10.14
% HUMEDAD	2.93

#### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



*[Firma]*  
Ing. Arnaldo Yanis Torres  
CIP: 103257

BIE: 0007-00052261



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



**PROYECTO:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI

**CANTERA:** ISLA - AGREGADO GRUESO

**LUGAR:** ISLA - AGREGADO FINO

**FECHA:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
03 DE JUNIO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	422.88
P.T.M. SECA	406.57
P. TARRO	52.16
P. AGUA	16.31
P.S. SECO	354.41
% HUMEDAD	4.60

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	408.49
P.T.M. SECA	398.35
P. TARRO	52.82
P. AGUA	10.14
P.S. SECO	345.53
% HUMEDAD	2.93

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9799	6132	2108	1740
9887	6132	2108	1781
9768	6132	2108	1725
			1749

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9475	6132	2108	1586
9536	6132	2108	1615
9537	6132	2108	1615
			1605

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9789	6132	2108	1735
10025	6132	2108	1847
9796	6132	2108	1738
			1773

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9779	6132	2108	1730
9887	6132	2108	1781
9903	6132	2108	1789
			1767

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERECES VELASQUEZ"  
FICP - ICAEP - 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 Kg./cm.²

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024  
**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS UANCV

**FECHA** : 03 DE JUNIO 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 Kg./cm.² a los 28 días  
entonces la resistencia promedio F'cr = 294 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:  $\approx 3/4"$  (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	2.67	2.50
P.e Bulk		
P.U. Variado	1767	1773
P.U. Suelto	1605	1749
% de Absorción	2.18	4.73
% de Humedad Natural	2.93	4.60
Modulo de Elasticidad	-	3.58

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal:  $3/4"$  (19.05mm)
- 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/m³
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
- De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $( 205 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.56 ) = 366 \text{ Kg/m}^3$





7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.58 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1767 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.542 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.542) * (1767) = 957 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= 205 / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= 366 / (2.85 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (957) / (2.67 * 1000) = 0.359 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.712 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de:} = (1.000 - 0.712) = 0.288 \text{ m}^3$$

$$(0.288) * (250) * 1000 = 720 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo} (957) * (1.02934622) = 985 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo} (720) * (1.0460) = 753 \text{ Kg.}$$

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:

$$205 - 957 * \left( \frac{2.93 - 2.18}{100} \right) - 720 \left( \frac{4.60 - 4.73}{100} \right) = 199$$

### 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	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	199	0.54
Agreg. Grueso	957	2.61	985	2.69
Agreg. Fino	720	1.97	753	2.06
Aire	2.0 %		2.0 %	

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

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	87.41 Kg.
Agregado grueso húmedo	114.35 Kg.
Agua efectiva	23.07 Kg.

INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL  
FICP-CAP INGENIERÍA CIVIL  
M.S.C. EN INGENIERÍA CIVIL  
M.Sc. TARRANDA  
Mgtr. Ana María Yana Torres  
2019



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

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

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
1.77 p <sup>3</sup> de Arena	1.8 p <sup>3</sup> de Arena
2.52 p <sup>3</sup> de Piedra Chancada	2.5 p <sup>3</sup> de Piedra Chancada
23 Lt de Agua	23 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 VICEPRESIDENTE CAMEZOS VERA  
 FICP - CASH INGENIERIA CIVIL

*[Handwritten Signature]*  
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 107257



UNIVERSIDAD NACIONAL "HERNÁN CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

**TEMA** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICION DE FIBRA DE LIMILLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI  
**LUGAR** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1078.46	16.031	16.76	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1186.95	17.584		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1059.78	15.753		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1178.56	17.489		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1143.79	16.945		03/06/2024	10/06/2024	7
						16.760				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1340.32	19.923	19.43	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1355.98	20.089		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1222.32	18.108		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1238.05	18.341		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1392.62	20.700		03/06/2024	17/06/2024	14
						19.432				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1898.11	28.214	27.42	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1826.65	27.061		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1748.65	25.906		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1895.79	28.086		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1878.26	27.826		03/06/2024	01/07/2024	28
						27.419				

**OBSERVACIONES**  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



Mgtr. Arnaldo Lana Torres  
CIP 10000



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CACERES 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 FLEXION

NTP 339.034

**TEMA:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICION DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBÉN MAMANI CONDORI

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

**FECHA:** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON 3% DE LIMALLAS DE ACERO RECICLADO

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1246.25	18.525	17.80	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1188.81	17.612		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1162.65	17.224		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1178.16	17.454		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1226.19	18.166		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.796				

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1396.13	20.753	20.49	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1345.46	19.933		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1394.16	20.654		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1426.02	21.126		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1349.61	19.994		03/06/2024	17/06/2024	14
						20.492				

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1910.79	28.403	28.81	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1886.13	27.943		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1956.49	28.985		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1967.64	29.150		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1996.02	29.571		03/06/2024	01/07/2024	28
						28.810				

**OBSERVACIONES:**  
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ  
 FACP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO H.S.C.A. JULIACA  
 Mtro. Arnaldo Tana Torres  
 CIP 103257

BIE - B007-00052261



UNIVERSIDAD NACIONAL INÉS TORO CÁCERES VELASQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

**TEMA:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICION DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024.  
**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON 6% DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1126.14	16.739	17.78	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1249.26	18.508		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1126.63	16.691		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1296.23	19.203		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1199.26	17.767		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.782				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1482.25	22.033	21.95	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1426.09	21.127		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1500.74	22.233		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1501.14	22.239		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1491.29	22.093		03/06/2024	17/06/2024	14
						21.945				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1951.74	29.011	29.233	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1972.58	29.223		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1967.35	29.146		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1983.74	29.389		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1984.25	29.396		03/06/2024	01/07/2024	28
						29.233				

OBSERVACIONES:  
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

INVESTIGADORA: *[Firma]*

FICP - CAP INGENIERIA CIVIL



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 FLEXION

NTP 339.034

**TEMA:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICION DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA-2024  
**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON 4% DE GRANALLAS DE PLOMO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1122.75	16.689	17.07	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1074.69	15.921		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1185.25	17.559		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1176.78	17.434		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1196.32	17.723		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.065				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1385.78	20.599	20.14	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1296.36	19.205		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1386.32	20.538		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1336.25	19.796		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1388.91	20.576		03/06/2024	17/06/2024	14
						20.143				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1911.78	28.417	28.637	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1951.36	28.909		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1983.35	29.383		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1890.02	28.000		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1922.01	28.474		03/06/2024	01/07/2024	28
						28.637				

OBSERVACIONES:  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yano



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

**TEMA**

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE**

BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON 6% DE GRANALLAS DE PLOMO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1246.86	18.534	17.89	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1189.36	17.620		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1183.36	17.531		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1199.74	17.774		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1214.25	17.989		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.690				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1355.78	20.153	20.57	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1400.96	20.755		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1395.36	20.672		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1388.78	20.575		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1396.06	20.662		03/06/2024	17/06/2024	14
						20.567				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1962.23	29.167	28.94	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1951.96	28.918		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1958.65	29.017		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1941.54	28.764		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1946.99	28.844		03/06/2024	01/07/2024	28
						28.942				

**OBSERVACIONES:**

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

  
 M. Sc. María Natalia Yana Torres  
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
 N° 103252



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN MELGAR  
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:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICION DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024  
**SOLICITANTE:** BACHILLER: RUBEN MAMANI CONDORI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA  
**FECHA:** 03- JUNIO -2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'C Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	B-1	25019	15.01	176.95	141.39	210	03/06/2024	10/06/2024	7
2	B-2	24987	14.98	176.24	141.78	210	03/06/2024	10/06/2024	7
3	B-3	25045	15.01	176.95	141.54	210	03/06/2024	10/06/2024	7
4	B-4	24745	14.98	176.24	140.40	210	03/06/2024	10/06/2024	7
5	B-5	24622	15.01	176.95	139.15	210	03/06/2024	10/06/2024	7
Promedio De Esf. Rotura					140.85				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'C Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	B-1	34029	15.01	176.95	192.31	210	03/06/2024	17/06/2024	14
2	B-2	34191	15.01	176.95	193.22	210	03/06/2024	17/06/2024	14
3	B-3	34038	14.98	176.24	193.12	210	03/06/2024	17/06/2024	14
4	B-4	34068	14.98	176.24	193.30	210	03/06/2024	17/06/2024	14
5	B-5	34163	15.01	176.95	193.07	210	03/06/2024	17/06/2024	14
Promedio De Esf. Rotura					193.00				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'C Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	B-1	37324	15.01	176.95	210.93	210	03/06/2024	01/07/2024	28
2	B-2	37207	15.01	176.95	210.27	210	03/06/2024	01/07/2024	28
3	B-3	37173	15.01	176.95	210.08	210	03/06/2024	01/07/2024	28
4	B-4	37104	14.98	176.24	210.53	210	03/06/2024	01/07/2024	28
5	B-5	37328	15.01	176.95	210.95	210	03/06/2024	01/07/2024	28
Promedio De Esf. Rotura					210.55				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLEADAS POR EL BACHILLER

  
 V.S.C.A. JULIACA  
 Mr. Haroldo Lara Torres  
 CIP: 703257



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:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024  
**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA  
**FECHA:** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3% DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	FALTO %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B-1	26264	15.01	176.95	148.43	210	03/06/2024	10/06/2024	7	79.68
2	B-2	26802	15.01	176.95	151.47	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.13
3	B-3	26755	14.98	176.24	151.81	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.39
4	B-4	26366	14.98	176.24	149.60	210	03/06/2024	10/06/2024	7	71.24
5	B-5	26755	15.01	176.95	151.20	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.00
Promedio De Esf. Rotura					150.50					71.67

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	FALTO %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B-1	35896	15.01	176.95	202.86	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.60
2	B-2	35982	15.01	176.95	203.35	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.83
3	B-3	35786	15.01	176.95	202.24	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.30
4	B-4	36255	15.01	176.95	204.89	210	03/06/2024	17/06/2024	14	97.57
5	B-5	35736	15.01	176.95	201.96	210	03/06/2024	17/06/2024	14	95.17
Promedio De Esf. Rotura					203.06					96.69

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	FALTO %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B-1	39832	15.01	176.95	225.10	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.19
2	B-2	39612	14.98	176.24	224.76	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.03
3	B-3	39531	15.01	176.95	223.40	210	03/06/2024	01/07/2024	28	106.38
4	B-4	39985	15.01	176.95	225.97	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.60
5	B-5	40007	15.01	176.95	226.06	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.66
Promedio De Esf. Rotura					226.06					107.17

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLEDEADAS 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. Armando Tola Torres  
C.I.F. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERDEIRO 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** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE** BACHILLER RUBÉN MAMANI CONDORI

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

**FECHA** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 6% DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO

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	B-1	27659	15.01	176.95	156.31	210	03/06/2024	10/06/2024	7	74.43
2	B-2	27795	15.01	176.95	157.08	210	03/06/2024	10/06/2024	7	74.80
3	B-3	27292	15.01	176.95	154.24	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.45
4	B-4	27391	15.01	176.95	154.80	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.71
5	B-5	27396	15.01	176.95	154.82	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.73
Promedio De Esf. Rotura					155.45					74.02

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	B-1	36851	15.01	176.95	208.26	210	03/06/2024	17/06/2024	14	99.17
2	B-2	36625	15.01	176.95	206.98	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.58
3	B-3	36415	15.01	176.95	205.79	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.00
4	B-4	36934	15.01	176.95	208.73	210	03/06/2024	17/06/2024	14	99.39
5	B-5	36722	15.01	176.95	207.53	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.82
Promedio De Esf. Rotura					207.46					98.79

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	B-1	40926	15.01	176.95	231.29	210	03/06/2024	01/07/2024	28	110.14
2	B-2	41026	15.01	176.95	231.85	210	03/06/2024	01/07/2024	28	110.41
3	B-3	41022	15.01	176.95	231.83	210	03/06/2024	01/07/2024	28	110.39
4	B-4	41162	14.98	176.24	233.67	210	03/06/2024	01/07/2024	28	111.27
5	B-5	40625	15.01	176.95	229.58	210	03/06/2024	01/07/2024	28	109.33
Promedio De Esf. Rotura					231.64					110.31

OBSERVACIONES:  
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

Mgtr. Annalida Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ  
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:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI

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

**FECHA:** 03 - JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 4% DE GRANALLA DE PLOMO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	AS %
1	B-1	26395	15.01	176.95	149.17	210	03/06/2024	10/06/2024	7	71.03
2	B-2	26387	15.01	176.95	149.12	210	03/06/2024	10/06/2024	7	71.01
3	B-3	26894	15.01	176.95	151.99	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.37
4	B-4	26616	15.01	176.95	150.42	210	03/06/2024	10/06/2024	7	71.63
5	B-5	26795	15.01	176.95	151.43	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.11
Promedio De Esf. Rotura					150.42					71.63

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	AS %
1	B-1	36446	15.01	176.95	205.97	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.08
2	B-2	35495	15.01	176.95	200.59	210	03/06/2024	17/06/2024	14	95.52
3	B-3	35933	15.01	176.95	203.07	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.70
4	B-4	35769	14.98	176.24	202.95	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.64
5	B-5	35957	15.01	176.95	203.20	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.76
Promedio De Esf. Rotura					203.16					96.74

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	AS %
1	B-1	40165	15.01	176.95	226.98	210	03/06/2024	01/07/2024	28	108.09
2	B-2	40302	15.01	176.95	227.76	210	03/06/2024	01/07/2024	28	108.46
3	B-3	40425	15.01	176.95	228.45	210	03/06/2024	01/07/2024	28	108.79
4	B-4	40125	14.98	176.24	227.67	210	03/06/2024	01/07/2024	28	108.41
5	B-5	40014	15.01	176.95	226.13	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.68
Promedio De Esf. Rotura					227.40					108.29

OBSERVACIONES:  
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

*[Firma]*  
Ing. Néstor Caceres Velazquez  
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE AGERO RECICLADO Y GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024.  
**SOLICITANTE:** BACHILLER RUBEN MAMANI CONDORI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA  
**FECHA:** 03 JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 6% DE GRANALLA DE PLOMO

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	B-1	26265	15.01	176.95	148.43	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.68
2	B-2	26132	15.01	176.95	147.68	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.32
3	B-3	26344	15.01	176.95	148.88	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.89
4	B-4	26277	15.01	176.95	148.50	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.21
5	B-5	26147	15.01	176.95	147.76	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.36
Promedio De Esf. Rotura					148.25					70.60

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		
B-1	36429	15.01	176.95	205.87	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.03	
B-2	36753	15.01	176.95	207.70	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.91	
B-3	36159	15.01	176.95	204.35	210	03/06/2024	17/06/2024	14	97.31	
B-4	36365	14.98	176.24	206.33	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.25	
B-5	36235	15.01	176.95	204.78	210	03/06/2024	17/06/2024	14	97.51	
Promedio De Esf. Rotura				205.81						98.00

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		
B-1	39646	15.01	176.95	224.05	210	03/06/2024	01/07/2024	28	106.89	
B-2	39598	15.01	176.95	223.78	210	03/06/2024	01/07/2024	28	106.56	
B-3	39162	15.01	176.95	221.32	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.39	
B-4	39079	14.98	176.24	221.73	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.39	
B-5	39381	15.01	176.95	222.55	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.98	
Promedio De Esf. Rotura				222.69						106.04

OBSERVACIONES:  
LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

Mgtr. Arnaldo Yano Torres  
CIP: 10704



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 06-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RUBEN MAMANI CONDORI

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA ACORANI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75955165

Teléfono: 964 253 361 email: rubestonedreck@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: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL

CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE LIMALLA DE ACERO RECICLADO Y

GRANALLAS DE PLOMO EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): GRANALLA DE PLOMO, COMPRESIÓN, FLEXIÓN, LIMALLA DE ACERO

¿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

06-01-2025

Fecha