



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



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO  
MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA  
METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES  
EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



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

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO  
MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA  
METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES  
EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:


**Bach. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
DR. ARNALDO YANA TORRES

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



# UNIVERSIDAD ANDINA

## "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

### RESOLUCIÓN DECANAL N° 331-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de mayo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-5775 presentado por el (la) Bachiller: **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA** 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. **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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 mérito 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. **ARNALDO YANA TORRES**
- \* **1er Miembro** : Dr. **FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- \* **2do Miembro** : Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

**ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : jueves 29 de mayo del 2025
- \* **HORA** : 08:30 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
Archivo  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR Y. VIANORTE CALLA  
DECANO (e)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



## RESOLUCIÓN DECANAL N° 151-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de marzo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 2896 por el señor (a): **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 099 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 007 - 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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 **Dr. 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° 007 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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 señor (a): **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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**, M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**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 C. PURAS

M.Sc. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAS**  
DECANO (e)  
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
**DIRECTOR**  
  
**Dr. Priscilla Mamani Apaza**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 059-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de enero del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 000249, presentado el señor (a) **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 028-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 415-2024 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 señor (a): **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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 **Dr. 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° 415-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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 señor (a): **LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 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 **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**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 C.I. PURAS  
*[Signature]*  
Dr. MILTON QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.I. PURAS  
*[Signature]*  
Dr. Efraín Parillo Gosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)



## EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to University of Zululand Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73746342
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0003-7787-4355">https://orcid.org/0009-0003-7787-4355</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4595-7589">https://orcid.org/0000-0003-4595-7589</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
<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: Azángaro          Distrito: Azángaro          Latitud: S 14° 54' 35"          Longitud: O 70° 50' 50"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/dkugBekTMhLihxp59">https://maps.app.goo.gl/dkugBekTMhLihxp59</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2025 – Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<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>


  
 Dr. Félix Wilfredo Apaza  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA, identificado con DNI Nro. 73746342, 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:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO  
CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN  
PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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 12 de junio del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*Al Todopoderoso, que me cuida de cerca y guía mis pasos, le doy gracias por los padres que estuvieron ahí para mí y me inculcaron sólidos principios morales. El amor, el respeto, el esfuerzo y el sentido de la vida fueron las lecciones más importantes que aprendí de ellos.*



## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer de todo corazón a Dios, a mis padres y a mi familia por su inagotable amor, aliento y fortaleza, y por darme la fuerza para seguir adelante. Cada uno de mis profesores merece mi más sincera gratitud por guiarme hacia una exitosa carrera en ingeniería civil. Incluso aquellos que me ayudaron en el camino estuvieron encantados de compartir la valiosa información y experiencia que adquirieron trabajando en este proyecto.*



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA..... i**

**AGRADECIMIENTO..... ii**

**ÍNDICE GENERAL..... iii**

**ÍNDICE DE TABLAS..... vii**

**ÍNDICE DE FIGURAS..... x**

**RESUMEN..... xiii**

**ABSTRACT..... xiv**

**INTRODUCCIÓN..... xv**

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática..... 17

1.2 Planteamiento del problema..... 18

    1.2.1 Problema General..... 18

    1.2.2 Problemas Específicos..... 18

1.3 Objetivos de la investigación..... 19

    1.3.1 Objetivo General..... 19

    1.3.2 Objetivos Específicos..... 19

1.4 Justificación de la investigación..... 19

    1.4.1 Justificación Técnica..... 19

    1.4.2 Justificación Económica..... 20

    1.4.3 Justificación Social..... 20

    1.4.4 Justificación Ambiental..... 20

1.5 Hipótesis de la investigación..... 21

    1.5.1 Hipótesis general..... 21

    1.5.2 Hipótesis específicas..... 21

1.6 Variables e indicadores..... 21

    1.6.1 Variable independiente..... 21

    1.6.2 Variable dependiente..... 22



1.7	Operacionalización de variables.....	22
-----	--------------------------------------	----

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de investigación.....	23
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	27
2.1.3	Antecedentes locales.....	31
2.2	Bases teóricas .....	32
2.2.1	Concreto.....	32
2.2.2	Componentes del concreto.....	34
2.2.3	Los Agregados .....	35
2.2.3.1	Clasificación de los agregados según su procedencia.....	35
2.2.3.2	El agua en el concreto .....	36
2.2.3.3	Cualidades de los agregados.....	36
2.2.4	Plástico Reciclado .....	37
2.2.4.1	Propiedades físicas del plástico reciclado.....	37
2.2.4.2	Propiedades mecánicas del plástico reciclado.....	38
2.2.4.3	Uso del plástico reciclado en la elaboración del concreto .....	38
2.2.4.4	Tipos de plásticos reciclados .....	39
2.2.5	Fibra metálica reciclada.....	40
2.2.5.1	Propiedades de la fibra metálica reciclada.....	40
2.2.5.2	Usos de la fibra metálica reciclada en el concreto .....	41
2.2.5.3	Ventajas del uso de fibra metálica reciclada .....	41
2.3	Marco Conceptual.....	41
2.3.1	Concreto hidráulico.....	41
2.3.2	Agregados reciclados .....	42
2.3.3	Plásticos reciclados .....	42
2.3.4	Resistencia a la compresión .....	42
2.3.5	Durabilidad del concreto.....	43
2.3.6	Sostenibilidad en la construcción.....	43



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1 Diseño de la investigación..... 44
- 3.2 Método de la investigación..... 44
- 3.3 Nivel y tipo de la investigación ..... 45
  - 3.3.1 Nivel de la Investigación ..... 45
  - 3.3.2 Tipo de la investigación ..... 45
  - 3.3.3 Enfoque de la investigación ..... 46
- 3.4 Población y muestra de la investigación..... 46
  - 3.4.1 Población..... 46
  - 3.4.2 Muestra ..... 47
- 3.5 Técnicas e instrumentos de investigación. .... 48
  - 3.5.1 Técnicas de recolección de datos..... 48
  - 3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación ..... 50
- 3.6 Plan de recolección y procesamiento de datos ..... 51
  - 3.6.1 Desarrollo de plan de investigación ..... 51
- 3.7 Procesamiento y análisis de datos ..... 60
  - 3.7.1 Proporciones de plástico reciclado y fibra metálica reciclada..... 60
  - 3.7.2 Diseño con la inclusión de plástico reciclado y fibra metálica reciclada. .... 60

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- 4.1 Resultados Obtenidos..... 64
  - 4.1.1 Efecto de plástico reciclado y fibra metálica reciclada sobre el asentamiento del concreto de alta resistencia ..... 65
    - 4.1.1.1 Comparativos de consistencia con PR y FMR ..... 68
  - 4.1.2 Resistencia a compresión del concreto..... 70
    - 4.1.2.1 Resistencia MP con 2.5% de plástico reciclado. .... 73
    - 4.1.2.2 Resistencia MP con 5% de plástico reciclado. .... 76
    - 4.1.2.3 Resistencia MP con 7.5% de plástico reciclado. .... 79
    - 4.1.2.4 Resistencia MP con 1.0% de fibra metálica reciclada. .... 82
    - 4.1.2.5 Resistencia MP con 2% de fibra metálica reciclada. .... 85



4.1.2.6 Resistencia MP con 3% de fibra metálica reciclada. ....	88
4.1.3 Resistencia a Flexión del Concreto.....	91
4.1.3.1 Flexión Concreto + 2.5% Plástico reciclado. ....	94
4.1.3.2 Flexión Concreto + 5% Plástico reciclado. ....	97
4.1.3.3 Flexión Concreto + 7.5% Plástico reciclado. ....	100
4.1.3.4 Flexión Concreto + 1% Fibra metálica reciclada. ....	103
4.1.3.5 Flexión Concreto + 2% Fibra metálica reciclada. ....	106
4.1.3.6 Flexión Concreto + 3% Fibra metálica reciclada. ....	109
4.2 Comparación de los valores de resistencia a compresión. ....	112
4.3 Comparación de los valores de resistencia a flexión. ....	118
4.4 Discusión de resultados .....	124
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>126</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>133</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operación de variables .....	22
<b>Tabla 2</b> Muestra para la prueba de asentamiento.....	47
<b>Tabla 3</b> Muestra para la prueba de rotura a compresión .....	48
<b>Tabla 4</b> Muestra para la prueba de rotura a flexión .....	48
<b>Tabla 5</b> Peso específico y absorción de los agregados. ....	52
<b>Tabla 6</b> Contenido de humedad de los agregados. ....	52
<b>Tabla 7</b> Peso unitario suelto y compacto del agregado.....	53
<b>Tabla 8</b> Peso unitario compactado del agregado.....	53
<b>Tabla 9</b> Tamizado del AG.....	54
<b>Tabla 10</b> Granulometría del AF. ....	55
<b>Tabla 11</b> Análisis del material en laboratorio. ....	56
<b>Tabla 12</b> Diseño de Mezcla ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ).....	56
<b>Tabla 13</b> Dosificación de mezcla por bolsa (42.5 kg de Cemento).....	57
<b>Tabla 14</b> Adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada .....	60
<b>Tabla 15</b> Dosificación de la muestra estándar con 2.5% de plástico reciclado.....	60
<b>Tabla 16</b> Dosificación de la muestra estándar con 5.0% de plástico reciclado.....	61
<b>Tabla 17</b> Dosificación de la muestra estándar con 7.5% de plástico reciclado.....	61
<b>Tabla 18</b> Dosificación con 1.0% de fibra metálica reciclada.....	62
<b>Tabla 19</b> Dosificación con 2.0% de fibra metálica reciclada.....	62
<b>Tabla 20</b> Dosificación con 3.0% de fibra metálica reciclada.....	63
<b>Tabla 21</b> Asentamiento de la MP.....	65
<b>Tabla 22</b> Asentamiento de la MP + 2.5% de plástico reciclado.....	65
<b>Tabla 23</b> Asentamiento de la MP + 5% de plástico reciclado.....	66
<b>Tabla 24</b> Asentamiento de la MP + 7.5% de plástico reciclado.....	66
<b>Tabla 25</b> Asentamiento de la MP + 1.0% de fibra metálica reciclada.....	67
<b>Tabla 26</b> Asentamiento de la MP + 2.0% de fibra metálica reciclada.....	67
<b>Tabla 27</b> Asentamiento de la MP + 3.0% de fibra metálica reciclada.....	68
<b>Tabla 28</b> Comparación de asentamientos promedio.....	68



<b>Tabla 29</b> Esfuerzo muestra estándar MP, durante 7 días. ....	70
<b>Tabla 30</b> Esfuerzo muestra estándar MP, durante 14 días. ....	71
<b>Tabla 31</b> Esfuerzo muestra estándar MP, durante 28 días. ....	72
<b>Tabla 32</b> Esfuerzo muestra + 2.5% de plástico reciclado, durante 7 días. ....	73
<b>Tabla 33</b> Esfuerzo muestra + 2.5% de plástico reciclado, durante 14 días. ....	74
<b>Tabla 34</b> Esfuerzo muestra + 2.5% de plástico reciclado, durante 28 días. ....	75
<b>Tabla 35</b> Esfuerzo muestra + 5% de plástico reciclado, durante 7 días. ....	76
<b>Tabla 36</b> Esfuerzo muestra + 5% de plástico reciclado, durante 14 días. ....	77
<b>Tabla 37</b> Esfuerzo muestra + 5% de plástico reciclado, durante 28 días. ....	78
<b>Tabla 38</b> Esfuerzo muestra + 7.5% de plástico reciclado, durante 7 días. ....	79
<b>Tabla 39</b> Esfuerzo muestra + 7.5% de plástico reciclado, durante 14 días. ....	80
<b>Tabla 40</b> Esfuerzo muestra + 7.5% de plástico reciclado, durante 28 días. ....	81
<b>Tabla 41</b> Esfuerzo muestra + 1% de fibra metálica reciclada, durante 7 días. ....	82
<b>Tabla 42</b> Esfuerzo muestra + 1% de fibra metálica reciclada, durante 14 días. ....	83
<b>Tabla 43</b> Esfuerzo muestra + 1% de fibra metálica reciclada, durante 28 días. ....	84
<b>Tabla 44</b> Esfuerzo muestra + 2% de fibra metálica reciclada, durante 7 días. ....	85
<b>Tabla 45</b> Esfuerzo muestra + 2% de fibra metálica reciclada, durante 14 días. ....	86
<b>Tabla 46</b> Esfuerzo muestra + 2% de fibra metálica reciclada, durante 28 días. ....	87
<b>Tabla 47</b> Esfuerzo muestra + 3% de fibra metálica reciclada, durante 7 días. ....	88
<b>Tabla 48</b> Esfuerzo muestra + 3% de fibra metálica reciclada, durante 14 días. ....	89
<b>Tabla 49</b> Esfuerzo muestra + 3% de fibra metálica reciclada, durante 28 días. ....	90
<b>Tabla 50</b> Flexión muestra estándar en 7 días de secado. ....	91
<b>Tabla 51</b> Flexión muestra estándar en 14 días de secado. ....	92
<b>Tabla 52</b> Flexión muestra estándar en 28 días de secado. ....	93
<b>Tabla 53</b> Flexión muestra + 2.5% Plástico reciclado en 7 días. ....	94
<b>Tabla 54</b> Flexión muestra + 2.5% Plástico reciclado en 14 días. ....	95
<b>Tabla 55</b> Flexión muestra + 2.5% Plástico reciclado en 28 días. ....	96
<b>Tabla 56</b> Flexión muestra + 5% Plástico reciclado en 7 días. ....	97
<b>Tabla 57</b> Flexión muestra + 5% Plástico reciclado en 14 días. ....	98
<b>Tabla 58</b> Flexión muestra + 5% Plástico reciclado en 28 días. ....	99



<b>Tabla 59</b> Flexión muestra + 7.5% Plástico reciclado en 7 días. ....	100
<b>Tabla 60</b> Flexión muestra + 7.5% Plástico reciclado en 14 días. ....	101
<b>Tabla 61</b> Flexión muestra + 7.5% Plástico reciclado en 28 días. ....	102
<b>Tabla 62</b> Flexión muestra + 1% Fibra metálica reciclada en 7 días. ....	103
<b>Tabla 63</b> Flexión muestra + 1% Fibra metálica reciclada en 14 días. ....	104
<b>Tabla 64</b> Flexión muestra + 1% Fibra metálica reciclada en 28 días. ....	105
<b>Tabla 65</b> Flexión muestra + 2% Fibra metálica reciclada en 7 días. ....	106
<b>Tabla 66</b> Flexión muestra + 2% Fibra metálica reciclada en 14 días. ....	107
<b>Tabla 67</b> Flexión muestra + 2% Fibra metálica reciclada en 28 días. ....	108
<b>Tabla 68</b> Flexión muestra + 3% Fibra metálica reciclada en 7 días. ....	109
<b>Tabla 69</b> Flexión muestra + 3% Fibra metálica reciclada en 14 días. ....	110
<b>Tabla 70</b> Flexión muestra + 3% Fibra metálica reciclada en 28 días. ....	111
<b>Tabla 71</b> Valores logrados durante 7 días. ....	112
<b>Tabla 72</b> Valores logrados durante 14 días. ....	113
<b>Tabla 73</b> Valores logrados durante 28 días. ....	114
<b>Tabla 74</b> Valores logrados durante 7 días. ....	115
<b>Tabla 75</b> Valores logrados durante 14 días. ....	116
<b>Tabla 76</b> Valores logrados durante 28 días. ....	117
<b>Tabla 77</b> Módulo de ruptura, durante 7 días. ....	118
<b>Tabla 78</b> Módulo de ruptura, durante 14 días. ....	119
<b>Tabla 79</b> Módulo de ruptura, durante 28 días. ....	120
<b>Tabla 80</b> Módulo de ruptura, durante 7 días. ....	121
<b>Tabla 81</b> Módulo de ruptura, durante 14 días. ....	122
<b>Tabla 82</b> Módulo de ruptura, durante 28 días. ....	123



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Plástico reciclado .....	39
<b>Figura 2</b> Curva del tamizado del A.G. ....	54
<b>Figura 3</b> Curva del tamizado del A.F. ....	55
<b>Figura 4</b> Ubicación de la procedencia de los agregados .....	59
<b>Figura 5</b> Asentamiento del concreto, valores (promedio) .....	69
<b>Figura 6</b> Desempeño del concreto M-P, en 7 días. ....	70
<b>Figura 7</b> Desempeño del concreto M-P, en 14 días.....	71
<b>Figura 8</b> Desempeño del concreto M-P, en 28 días.....	72
<b>Figura 9</b> Desempeño del concreto + 2.5% de plástico reciclado, en 7 días. ....	73
<b>Figura 10</b> Desempeño del concreto + 2.5% de plástico reciclado, en 14 días. ....	74
<b>Figura 11</b> Desempeño del concreto + 2.5% de plástico reciclado, en 28 días. ....	75
<b>Figura 12</b> Desempeño del concreto + 5% de plástico reciclado, en 7 días.....	76
<b>Figura 13</b> Desempeño del concreto + 5% de plástico reciclado, en 14 días. ....	77
<b>Figura 14</b> Desempeño del concreto + 5% de plástico reciclado, en 28 días. ....	78
<b>Figura 15</b> Desempeño del concreto + 7.5% de plástico reciclado, en 7 días. ....	79
<b>Figura 16</b> Desempeño del concreto + 7.5% de plástico reciclado, en 14 días. ....	80
<b>Figura 17</b> Desempeño del concreto + 7.5% de plástico reciclado, en 28 días. ....	81
<b>Figura 18</b> Desempeño del concreto + 1.0% de fibra metálica reciclada, en 7 días.....	82
<b>Figura 19</b> Desempeño del concreto + 1.0% de fibra metálica reciclada, en 14 días. ....	83
<b>Figura 20</b> Desempeño del concreto + 1.0% de fibra metálica reciclada, en 28 días. ....	84
<b>Figura 21</b> Desempeño del concreto + 2% de fibra metálica reciclada, en 7 días.....	85
<b>Figura 22</b> Desempeño del concreto + 2% de fibra metálica reciclada, en 14 días.....	86
<b>Figura 23</b> Desempeño del concreto + 2% de fibra metálica reciclada, en 28 días.....	87
<b>Figura 24</b> Desempeño del concreto + 3% de fibra metálica reciclada, en 7 días.....	88
<b>Figura 25</b> Desempeño del concreto + 3% de fibra metálica reciclada, en 14 días.....	89
<b>Figura 26</b> Desempeño del concreto + 3% de fibra metálica reciclada, en 28 días.....	90
<b>Figura 27</b> Rotura de M-P, en 7 días. ....	91



<b>Figura 28</b> Rotura de M-P, en 14 días. ....	92
<b>Figura 29</b> Rotura de M-P, en 28 días. ....	93
<b>Figura 30</b> Rotura de MP + 2.5% P.R, en 7 días. ....	94
<b>Figura 31</b> Rotura de MP + 2.5% P.R, en 14 días.....	95
<b>Figura 32</b> Rotura de MP + 2.5% P.R, en 28 días.....	96
<b>Figura 33</b> Rotura de MP + 5% P.R, en 7 días. ....	97
<b>Figura 34</b> Rotura de MP + 5% P.R, en 14 días. ....	98
<b>Figura 35</b> Rotura de MP + 5% P.R, en 28 días. ....	99
<b>Figura 36</b> Rotura de MP + 7.5% P.R, en 7 días. ....	100
<b>Figura 37</b> Rotura de MP + 7.5% P.R, en 14 días.....	101
<b>Figura 38</b> Rotura de MP + 7.5% P.R, en 28 días.....	102
<b>Figura 39</b> Rotura de MP + 1% F.R, en 28 días.....	103
<b>Figura 40</b> Rotura de MP + 1% F.R, en 14 días.....	104
<b>Figura 41</b> Rotura de MP + 1% F.R, en 28 días.....	105
<b>Figura 42</b> Rotura de MP + 2% F.R, en 7 días.....	106
<b>Figura 43</b> Rotura de MP + 2% F.R, en 14 días.....	107
<b>Figura 44</b> Rotura de MP + 2% F.R, en 28 días.....	108
<b>Figura 45</b> Rotura de MP + 3% F.R, en 7 días.....	109
<b>Figura 46</b> Rotura de MP + 3% F.R, en 14 días.....	110
<b>Figura 47</b> Rotura de MP + 3% F.R, en 28 días.....	111
<b>Figura 48</b> Actitud del concreto durante 7 días. ....	112
<b>Figura 49</b> Actitud del concreto durante 14 días. ....	113
<b>Figura 50</b> Actitud del concreto durante 28 días. ....	114
<b>Figura 51</b> Actitud del concreto durante 7 días. ....	115
<b>Figura 52</b> Actitud del concreto durante 14 días. ....	116
<b>Figura 53</b> Actitud del concreto durante 28 días. ....	117
<b>Figura 54</b> Ruptura por flexión durante 7 días. ....	118
<b>Figura 55</b> Ruptura por flexión durante 14 días. ....	119
<b>Figura 56</b> Ruptura por flexión durante 28 días. ....	120



<b>Figura 57</b> Rotura a flexión al día 7. ....	121
<b>Figura 58</b> Rotura a flexión al día 14. ....	122
<b>Figura 59</b> Rotura a flexión al día 28. ....	123



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de las propiedades de un concreto hidráulico modificado con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro 2024", tiene como objetivo evaluar el impacto de la adición de plástico reciclado (PR) y fibra metálica reciclada (FMR) en proporciones variables sobre la trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de un concreto hidráulico modificado. La metodología cuenta con un diseño experimental, método científico, nivel explicativo y tipo aplicada, se realizaron ensayos experimentales utilizando proporciones de PR (2.5%, 5.0% y 7.5%) y FMR (1.0%, 2.0% y 3.0%), comparándolos con una mezcla patrón (MP). Los resultados mostraron que la trabajabilidad disminuye conforme aumenta la proporción de PR y FMR, siendo más manejable con adiciones moderadas, en términos de resistencia a la compresión, la mezcla con 2.5% PR y 1.0% FMR presentó incrementos del 4.8% y 5.8%, respectivamente, mientras que proporciones mayores redujeron significativamente las resistencias debido a discontinuidades en la matriz del concreto, en resistencia a la flexión, se observaron mejoras con proporciones similares, alcanzando un aumento del 6.7% con 2.5% PR y del 4.4% con 1.0% FMR, pero con disminuciones significativas al superar estos límites. Se concluye que la incorporación de PR y FMR es viable en proporciones controladas, logrando beneficios en resistencia mecánica y promoviendo una alternativa sostenible mediante el uso de materiales reciclados.

**Palabras clave:** Propiedades del concreto hidráulico, Plástico Reciclado, Fibra Metálica Reciclada.



## ABSTRACT

The present research work entitled "Evaluation of the properties of a modified hydraulic concrete with the addition of recycled plastic and recycled metal fiber in variable proportions in the province of Azángaro 2024", aims to evaluate the impact of the addition of recycled plastic (PR) and recycled metal fiber (FMR) in variable proportions on the workability, compressive strength and flexural strength of a modified hydraulic concrete. The methodology has an experimental design, scientific method, explanatory level and applied type, experimental tests were carried out using proportions of PR (2.5%, 5.0% and 7.5%) and FMR (1.0%, 2.0% and 3.0%), comparing them with a standard mixture (MP). The results showed that workability decreases as the proportion of PR and FMR increases, being more manageable with moderate additions, in terms of compressive strength, the mixture with 2.5% PR and 1.0% FMR showed increases of 4.8% and 5.8%, respectively, while higher proportions significantly reduced the strengths due to discontinuities in the concrete matrix, in flexural strength, improvements were observed with similar proportions, reaching an increase of 6.7% with 2.5% PR and 4.4% with 1.0% FMR, but with significant decreases when these limits are exceeded. It is concluded that the incorporation of PR and FMR is viable in controlled proportions, achieving benefits in mechanical resistance and promoting a sustainable alternative through the use of recycled materials.

**Keywords:** Keywords: Properties of hydraulic concrete, recycled plastic, recycled metal fiber.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sector construcción enfrenta importantes desafíos relacionados con el cuidado ambiental y el manejo de residuos sólidos. Entre los más críticos se encuentra la acumulación de plásticos y metales desechados, que generan impactos negativos tanto en los ecosistemas como en la salud de las personas. Frente a esta problemática, diversas investigaciones proponen integrar materiales reciclados en la fabricación del concreto como una estrategia sostenible.

El concreto hidráulico, ampliamente usado en obras civiles por su resistencia y durabilidad, puede enriquecerse mediante la inclusión de residuos como plástico y fibras metálicas. Esta práctica no solo contribuye al reaprovechamiento de desechos, sino que también puede mejorar el comportamiento mecánico del material, lo cual es especialmente relevante en zonas como Azángaro, donde se busca optimizar los recursos disponibles.

En este marco, el presente estudio tiene como propósito analizar el desempeño del concreto al incorporar plástico reciclado y fibras metálicas en distintas proporciones. Se evaluarán propiedades clave como su trabajabilidad, la resistencia a la compresión y a la flexión, para determinar su utilidad práctica en construcciones reales.

Con ello, se pretende no solo aportar al desarrollo de materiales más eficientes, sino también fomentar una cultura de construcción responsable, alineada con los principios de sostenibilidad y economía circular.

La investigación consta de 4 capítulos:

**Capítulo I:** En este capítulo se plantea la problemática principal, junto con las motivaciones que justifican el estudio. También se detallan los objetivos generales y específicos, así como las preguntas que guían la investigación. Finalmente, se presenta la tabla de operacionalización de variables.



**Capítulo II:** Se desarrolla el marco conceptual, el cual forma parte del marco teórico. Este permite comprender los fundamentos teóricos del estudio y articula los conceptos clave con los antecedentes históricos relevantes.

**Capítulo III:** Se presenta el diseño del estudio, elaborado por el equipo responsable. Se enfoca en el uso de aditivos con nanosílice, explicando las metodologías y técnicas que se aplicarán para su análisis en la elaboración de concreto, con finalidad de lograr los objetivos planteados.

**Capítulo IV:** Este apartado expone los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas. Además, se relaciona con el capítulo anterior, donde se realiza el análisis y discusión de los datos presentados.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Situación problemática.

La acumulación de desechos plásticos y metálicos constituye una problemática ambiental de alcance global. Ante esta situación, el sector construcción ha comenzado a integrar materiales reciclados en el concreto como alternativa sostenible. Estudios internacionales revelan que el uso de fibras plásticas recicladas, como las obtenidas de botellas PET, puede reducir la fisuración por contracción plástica en el concreto (Carpio y Hermoza, 2023). De igual forma, incorporar fibras metálicas recicladas, provenientes de neumáticos desechados, ha demostrado mejoras en la resistencia a la tracción y flexión del material (Miranda, 2021).

En el contexto peruano, el manejo de residuos sólidos sigue siendo una tarea pendiente. Investigaciones recientes han comenzado a analizar el uso de estos materiales reciclados en la producción de concreto. Por ejemplo, en Lima se evaluó la influencia de fibras plásticas recicladas en mezclas de concreto, observándose una reducción en la resistencia a la compresión con porcentajes altos de adición, pero también un aporte positivo en cuanto a sostenibilidad (Córdova, 2021). Otro estudio en Abancay concluyó que el plástico reciclado puede ser utilizado en elementos no estructurales, favoreciendo la reducción de la contaminación ambiental (Juárez, 2021).

En Azángaro, donde la gestión de residuos plásticos y metálicos es aún limitada, esta propuesta cobra especial relevancia. La construcción en esta provincia enfrenta obstáculos tanto en sostenibilidad como en el acceso a materiales adecuados. Por ello, el uso de aditivos reciclados en el concreto no solo podría ayudar a disminuir la acumulación de desechos, sino también mejorar el desempeño del material en construcciones locales. No obstante, se requiere llevar a cabo investigaciones específicas que consideren las particularidades del entorno azangarino, tanto en lo climático como en lo geográfico, para validar la factibilidad técnica y económica de esta alternativa.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema General.*

¿Cuáles son las propiedades de un concreto hidráulico modificado con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro 2024?

### 1.2.2 *Problemas Específicos.*

- a. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro?
- b. ¿Cuál es el impacto de la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro?
- c. ¿Cuál es la influencia de aplicación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro?

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

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar las propiedades de un concreto hidráulico modificado con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro 2024.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- a. Determinar el efecto de la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.
- b. Determinar el impacto de la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.
- c. Determinar la influencia de aplicación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.

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

#### **1.4.1 Justificación Técnica.**

La investigación está técnicamente fundamentada en la necesidad de desarrollar materiales de construcción con mejores propiedades mecánicas y funcionales que cumplan con los estándares actuales. La incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables al concreto hidráulico busca optimizar parámetros clave, como la trabajabilidad, la resistencia a compresión y flexión. Este enfoque ofrece una alternativa innovadora para mejorar el desempeño del concreto, especialmente en contextos donde se requiere durabilidad y eficiencia estructural.



### **1.4.2 Justificación Económica.**

El uso de plástico y fibras metálicas recicladas puede contribuir a la reducción de costos en la producción de concreto. Estos materiales son accesibles y representan una oportunidad para disminuir la dependencia de insumos tradicionales más costosos. Asimismo, esta propuesta fomenta una economía circular al valorizar desechos que, de otro modo, no tendrían un uso rentable, lo que beneficia tanto a la industria de la construcción como a las comunidades locales.

### **1.4.3 Justificación Social.**

A nivel social, la investigación aborda la problemática de la gestión de residuos sólidos en la provincia de Azángaro, promoviendo soluciones que generen un impacto positivo en la calidad de vida de sus habitantes. La implementación de concreto modificado con materiales reciclados puede incentivar prácticas más sostenibles y generar conciencia sobre la importancia del reciclaje en la construcción, al tiempo que se mejora la infraestructura local con materiales más accesibles y duraderos.

### **1.4.4 Justificación Ambiental.**

El componente ambiental de esta investigación radica en la disminución de la acumulación de residuos plásticos y metálicos, los cuales representan una amenaza significativa para el entorno natural. La reutilización de estos materiales en fabricación de concreto contribuye a la mitigación de la contaminación ambiental y al desarrollo de prácticas constructivas más sostenibles. Además, fomenta una gestión más eficiente de los recursos, alineándose con los objetivos de sostenibilidad globales.



## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 Hipótesis general.

Las propiedades de un concreto hidráulico modificado mejorarán con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro.

### 1.5.2 Hipótesis específicas.

- a. El efecto de la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.
- b. El impacto de la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables incrementará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.
- c. La influencia de aplicación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables mejorará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 Variable independiente.

Plástico Reciclado y Fibra Metálica Reciclada

#### Indicadores:

- % en 2.5% de plástico reciclado
- % en 5.0% de plástico reciclado
- % en 7.5% de plástico reciclado
- % en 1.0% de fibra metálica reciclada
- % en 2.0% de fibra metálica reciclada
- % en 3.0% de fibra metálica reciclada

### 1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del Concreto Hidráulico

**Indicadores:**

- Trabajabilidad (Slump)
- Resistencia a Compresión
- Resistencia a Flexión

### 1.7 Operacionalización de variables.

**Tabla 1**

*Operación de variables*

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
<b>PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA</b>	Plástico reciclado: Material reutilizado de desechos plásticos procesados para nuevos usos, reduciendo su impacto ambiental.  Fibras metálicas recicladas: Fragmentos metálicos de desechos procesados para reforzar materiales y fomentar sostenibilidad.	Análisis comparativo	% en 2.5%, 5.0% y 7.5% de plástico reciclado.  % en 1.0%, 2.0% y 3.0% de fibra metálica reciclada.	Balanza electrónica, formato de recolección de datos
Variable dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
<b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>	El concreto hidráulico es una mezcla de cemento, agua y áridos que se endurece por reacción química. Destaca por su alta resistencia a la compresión, durabilidad y versatilidad en aplicaciones estructurales.	Resistencia (mezcla en estado Endurecido) de los concretos.	Trabajabilidad (Slump) Resistencia a la Compresión Resistencia a la Flexión	Laboratorio

*Nota.* Elaboración propia



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales.

Según Manning (2019), el objetivo principal del estudio fue investigar el comportamiento del hormigón al incluir plástico reciclado como componente de los áridos. Al mismo tiempo que se examinaba la influencia de este tipo de material en la resistencia a la compresión mediante el uso de probetas cilíndricas, se buscó construir un diseño de mezcla que incorporara este tipo de material. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo una investigación práctica mediante una metodología experimental. Esta metodología permitió modificar la cantidad de plástico en el hormigón, así como observar las consecuencias de esta alteración. La población del estudio estuvo compuesta por mezclas de hormigón con diferentes grados de suplementación plástica, y la muestra experimental estuvo compuesta por quince probetas examinadas a edades comprendidas entre uno y veintiocho días. Se observaron variaciones sustanciales tanto en la trabajabilidad como en la resistencia mecánica del hormigón, como lo demuestran los hallazgos obtenidos. Con respecto al asentamiento, se observó un aumento gradual con el aumento de la proporción de plástico PET: las mezclas exhibieron los siguientes valores de asentamiento: 0% PET (2,25"), 10% PET (2,75"), 30% PET (3,00"), 50% PET (5,50") y 70% PET (6,75"). Con base en este

comportamiento, se puede deducir que la incorporación de una mayor cantidad de PET al concreto resulta en una mejora en la fluidez del concreto. Esto puede hacer que la colocación del concreto sea más fácil, pero puede sacrificar otros aspectos mecánicos. En términos de resistencia a la compresión, se obtuvieron los siguientes hallazgos: 0% PET (5967 PSI), 10% PET (5579 PSI), 30% PET (4475 PSI), 50% PET (3179 PSI) y 70% PET (2077 PSI). Es claro que hay una disminución constante en la resistencia a medida que aumenta la cantidad de plástico; La combinación que contiene un 10 % de PET presenta una pérdida aceptable del 6,5 % en comparación con la mezcla considerada de referencia. En resumen, los investigadores concluyeron que la mezcla con un 10 % de plástico reciclado es una alternativa viable. Esto se debe a que conserva una resistencia comparable a la del hormigón tradicional y mejora la trabajabilidad sin sacrificar significativamente su rendimiento. Se recomienda realizar más investigaciones para analizar otras características significativas del hormigón, como su resistencia a la tracción, la absorción de agua, el contenido de aire y la durabilidad en condiciones reales. Al evaluar si este tipo de mezcla puede utilizarse en aplicaciones estructurales, estas variables son cruciales para determinar si debe limitarse a aplicaciones secundarias o no estructurales.

Según Angarita (2018), su estudio "Análisis del Comportamiento Mecánico de Adoquines de Concreto con Adición de Fibra de Acero de Llantas Recicladas" El objetivo principal de este estudio fue realizar un análisis mecánico exhaustivo de adoquines de hormigón reforzados con fibras plásticas recicladas, especialmente las obtenidas a partir de neumáticos usados. El objetivo de esta investigación es determinar el efecto de este refuerzo en las características mecánicas del hormigón utilizado en pavimentos articulados. La metodología empleada es experimental e incorpora componentes cualitativos. Este enfoque permite estudiar cómo las diferencias en la dosis y el tipo de fibra alteran el comportamiento del material. En este tipo de aplicación, es fundamental considerar el grado de asentamiento, ya que influye directamente en la trabajabilidad de la mezcla. Se recomienda que el rango de asentamiento para los pavimentos esté entre 2,5



y 7,5 centímetros. Las combinaciones evaluadas en la investigación se mantuvieron dentro de este rango, con la excepción de la mezcla con un 2,9% de fibra gruesa. Esta mezcla presentó un asentamiento de tan solo 0,6 cm, lo que indicaba que no era muy trabajable. La resistencia a la compresión, considerada la característica estructural más importante del hormigón, fue el principal objetivo de la investigación sobre su rendimiento mecánico. Se moldearon y evaluaron tres cilindros de cada mezcla tras 28 días de curado. Los resultados de estas pruebas arrojaron un valor promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla. Al comparar estos resultados con los de una muestra de referencia, se descubrió que existían variaciones según el tipo de fibra y el porcentaje añadido. Además, se evaluó la resistencia a la flexión, y los resultados demostraron que la incorporación de fibra gruesa produjo un aumento del 2,55 % en comparación con la muestra de control, mientras que la mejora en la resistencia a la flexión fue del 1,31 %. Por otro lado, la resistencia a la flexión se redujo significativamente en comparación con las combinaciones sin refuerzo metálico. Las pérdidas de resistencia a la flexión fueron del 22,76 % y el 33,13 %, respectivamente, lo que sugiere que ciertos porcentajes de fibra gruesa podrían reducir la eficacia del adoquín. Por otro lado, los materiales mixtos reforzados con fibra plástica delgada mostraron resultados más consistentes y beneficiosos. Se observaron aumentos en la resistencia a la flexión del 7,59%, 2,66% y 3,56% en diferentes proporciones en comparación con la muestra de referencia. También se reportaron mejoras en los porcentajes relativos del 0,02%, 0,05% y 0,07%. Los hallazgos aquí presentados indican que las fibras delgadas contribuyen de manera beneficiosa al desempeño estructural del concreto, a pesar de que las ganancias no fueron muy significativas. Por otro lado, cuando se empleó un porcentaje del 0,09%, la resistencia a la flexión se redujo en un 33,13%, lo que ilustra la necesidad de gestionar las proporciones utilizadas de manera apropiada. En conclusión, es importante señalar que las fibras delgadas demostraron un desempeño general superior en comparación con las fibras gruesas. Esto se debe a que las fibras delgadas mantuvieron un nivel de deformación inferior al límite máximo que estableció la NTC 2017 para adoquines de concreto, que es de 23 milímetros.



Según Vargas et al. (2017), su estudio "Obtención de una mezcla de concreto con residuos plásticos de equipos electrónicos para la fabricación de elementos no estructurales", El objetivo principal de la investigación fue desarrollar una mezcla de hormigón que sustituyera los áridos pétreos tradicionales, utilizados frecuentemente en la construcción de muros de hormigón. Esta mezcla utilizaría plástico triturado procedente de los residuos de las carcasas de dispositivos electrónicos. Esta estrategia no solo busca desarrollar una solución para la gestión de los residuos electrónicos, sino también investigar opciones de construcción más respetuosas con el medio ambiente. Se adoptó un enfoque experimental que permitió realizar un análisis directo de cómo el plástico reciclado influye en las características del hormigón, en particular en su resistencia a la compresión. Para sustituir los áridos pétreos, se introdujeron en la mezcla diversas cantidades de plástico triturado en los siguientes porcentajes: cuarenta, cincuenta y sesenta por ciento. Tras 28 días de curado, los datos recopilados demostraron que la resistencia a la compresión del hormigón modificado con plástico reciclado había disminuido significativamente. Se determinó que las resistencias de las mezclas con 40%, 50% y 60% de plástico fueron, respectivamente, de 2147 psi, 1803 psi y 1521 psi. A medida que aumentaba el porcentaje de plástico reciclado en el hormigón, se observó una disminución perceptible en su capacidad para soportar esfuerzos de compresión. Esto contrastó con el cilindro de referencia, que no contenía plástico (cero por ciento). Este comportamiento implica que la integración de plástico molido, si bien mejora ciertos aspectos del hormigón, como su trabajabilidad, también tiene un impacto negativo en su resistencia estructural, especialmente con niveles elevados de reemplazo. A pesar de la reducción de la resistencia, los hallazgos también revelaron que el hormigón con un 40% de inclusión de plástico reciclado, que alcanzó una resistencia de 2077 libras por pulgada cuadrada ( $2000 \text{ kg/cm}^2$ ), sería viable para su uso en componentes no estructurales. Esto indica que el hormigón modificado con plástico podría no cumplir con los requisitos de resistencia para piezas que soportan grandes cargas. Sin embargo, podría ser una opción viable para otras aplicaciones, como pavimentos, muros ornamentales o edificios que

requieren menor resistencia. En conclusión, los resultados de la investigación indican que la inclusión de plástico reciclado en el hormigón es un método sostenible. Sin embargo, se requiere más investigación y ajustes en las proporciones de los materiales para maximizar la resistencia y durabilidad del hormigón en diversas aplicaciones.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales.**

Según Damiano (2021), En el contexto de la construcción de viviendas de dos pisos en la región de Abancay, el propósito de este estudio fue investigar las características del concreto modificado con plástico reciclado y su relación con dichos componentes. El objetivo de este estudio fue determinar si el plástico reciclado tuvo un impacto directo en la durabilidad y seguridad de los componentes estructurales de la edificación, específicamente en cuanto a su calidad y resistencia. Se aplicó un diseño experimental, un enfoque descriptivo-explicativo y una técnica cuantitativa. La población de investigación consistió en un total de 36 briquetas de concreto, todas las cuales se examinaron tras ser sometidas a diferentes tiempos de curado. Se determinó que la muestra contenía un total de 36 briquetas. Se implementaron herramientas como fichas de campo y formularios estandarizados para facilitar el proceso de recopilación y análisis de datos. En la mezcla de muestra normal, se utilizan las siguientes proporciones de peso: una relación agua-cemento de 0,558, se requieren 215 litros de agua, 385,03 kilogramos de cemento y 0,48 metros cúbicos de grava para el proyecto. Se calcularon como proporciones de volumen un total de 0,1234 metros cúbicos de cemento, 0,215 metros cúbicos de agua, 0,025 metros cúbicos de aire, 0,2678 metros cúbicos de grava y 0,3687 metros cúbicos de arena. Tras modificar las dosificaciones, la mezcla que contenía plástico reciclado logró una composición de peso de 385,03 kilogramos de cemento, 204,99 kilogramos de agua, 732,31 kilogramos de grava y 984,86 kilogramos de arena. La dosificación consistió en 9,06 sacos de cemento, 204,99 litros de agua, 0,268 metros cúbicos de grava y 0,375 metros cúbicos de arena, medidos en volumen. Mediante el uso de un saco de cemento, 22,63 litros de agua, 80,83 kilogramos de grava y 108,71 kilogramos de arena por cada



lote, se investigó el impacto del plástico reciclado en las características del hormigón a medida que aumentaba la cantidad de plástico. Se realizó una prueba de resistencia a la compresión en hormigón con distintos porcentajes de plástico reciclado tras siete, catorce y veintiocho días de curado. Al cabo de siete días, la resistencia del hormigón fue de 240.043 kg/cm<sup>2</sup> sin plástico añadido (0% PET), 244.217 kg/cm<sup>2</sup> con 10% PET añadido, 217.373 kg/cm<sup>2</sup> con 15% PET añadido y 191.247 kg/cm<sup>2</sup> con 20% PET aplicado. La resistencia del material disminuyó a lo largo de 14 días a medida que aumentaba el porcentaje de plástico. La resistencia fue de 297.933 kg/cm<sup>2</sup> con 0% PET, 283.183 kg/cm<sup>2</sup> con 5% PET, 264.787 kg/cm<sup>2</sup> con 10% PET y 236.483 kg/cm<sup>2</sup> con 15% PET. Se descubrió que las resistencias del 0% PET (335,470 kg/cm<sup>2</sup>), 5% PET (318,427 kg/cm<sup>2</sup>), 10% PET (299,247 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% PET (277,583 kg/cm<sup>2</sup>) se determinaron al finalizar el período de 28 días. Es fundamental controlar las dosis y su influencia en la calidad del concreto, ya que los hallazgos indican que las mezclas con 0% PET y 5% PET exhibieron un nivel satisfactorio de resistencia, lo que las hace adecuadas para su integración en componentes estructurales. Por otro lado, la resistencia disminuyó a partir del 10% PET.

Según Juárez (2021), su tesis "Evaluación de propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210\text{kg/cm}^2$  con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021". En el sector de la construcción en la ciudad de Cusco, el objetivo principal de este estudio fue fabricar concreto con una resistencia específica ( $f_c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el reciclaje de clavos en la mezcla. Esto se realizó para ofrecer una opción más respetuosa con el medio ambiente. El objetivo principal de la investigación fue determinar el porcentaje de clavos absorbidos por la mezcla de concreto mediante el análisis de los efectos de cuatro niveles de adición: 0%, 8%, 10% y 12%. Para garantizar la fiabilidad y exactitud de los resultados, se realizaron pruebas en un total de 96 muestras de concreto. Estas pruebas permitieron evaluar el impacto de cada porcentaje de clavo en las características mecánicas del material. Las muestras se sometieron a pruebas para determinar su resistencia a la compresión, la tracción y la flexión en dos tiempos de curado distintos: 14 y 28 días. Se



utilizó el acelerador Sika 3 para acelerar el proceso de curado y aumentar el rendimiento del concreto. Según los hallazgos obtenidos, la adición de clavos al hormigón mejora considerablemente tanto la resistencia a la compresión como el módulo de Young del material. Más concretamente, la dosis de clavos más efectiva fue del 10%, lo que se tradujo en un aumento del 10% en la resistencia a la compresión y una mejora equivalente en el módulo de Young, en comparación con el hormigón convencional. En comparación con el hormigón sin clavos, este aumento en la resistencia a la compresión y el módulo de Young fue un 6,34% y un 3,12% mayor, respectivamente, que el valor anterior. Con base en estos hallazgos, es evidente que la inclusión de clavos reciclados en la mezcla de hormigón no solo es técnicamente viable, sino que también tiene el potencial de ser un método eficiente para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón de forma respetuosa con el medio ambiente. Se demostró que la adición de clavos tiene una influencia positiva no solo en la resistencia a la compresión, sino también en la resistencia a la tracción y a la flexión. Esto se sumó a las ventajas para la compresión. Por ejemplo, cuando la dosis de clavos alcanzó el 12 % (dosis D4), se observó una mejora considerable en la resistencia a la tracción y a la flexión, con incrementos del 16,61 % y el 59,88 %, respectivamente, en comparación con el hormigón convencional. Esto significó que la dosis de clavos fue mucho mayor que la del hormigón estándar. La presencia de clavos tiene una influencia duradera en el fortalecimiento de la resistencia del hormigón, como lo demuestra el hecho de que estos resultados se mantuvieron constantes en ambas etapas de la simulación (14 y 28 días). En conclusión, la investigación indica que la incorporación de clavos reciclados no solo mejora la resistencia a la compresión del hormigón, sino también sus propiedades a la tracción y a la flexión. Esto convierte a los clavos reciclados en una alternativa viable para la producción de hormigón más seguro y respetuoso con el medio ambiente en la industria de la construcción.



De acuerdo a Carrasca (2018), su tesis "Aplicación del plástico reciclado para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima" Verificar la capacidad resistente de las losas de concreto a diversas cargas mecánicas fue el objetivo principal del proyecto de investigación asignado a la Universidad César Vallejo para obtener el título de Ingeniería Civil. El investigador utilizó un enfoque metodológico hipotético-deductivo a lo largo de la investigación. Esta estrategia comenzó con el análisis de las características del concreto y procedió a la formulación de una hipótesis sobre las ventajas de la inserción de fibras en la mezcla. Se planteó la hipótesis de que la incorporación de fibras en las losas podría mejorar su resistencia, así como su capacidad para soportar tensiones estructurales, lo que permitiría una construcción más duradera y eficiente. Para comprobar esta teoría, el procedimiento se centró en la producción y el análisis de diversas mezclas de concreto con fibras incorporadas en ciertas cantidades. Durante la investigación, se evaluaron en particular las resistencias a la compresión, flexión y tracción del concreto modificado. También se evaluaron otras características mecánicas del concreto modificado. Con base en los hallazgos, se determinó que la incorporación de fibras en las losas de concreto resultó en una mejora sustancial de su resistencia. Esto se debió a que las fibras ayudaron a mejorar la distribución de la tensión en todo el material, lo que a su vez permitió que las losas toleraran cargas mayores antes de fallar. Este aumento en la resistencia estructural es especialmente crucial para piezas que deben soportar presiones considerables, como losas en estructuras de varios pisos. La adición de un 5.2% de fibras a la mezcla demostró ser el mejor porcentaje para mejorar las cualidades del concreto sin sacrificar su trabajabilidad, lo cual fue uno de los hallazgos más significativos de la investigación. Gracias a esta dosis, el concreto logró alcanzar mayores niveles de resistencia, lo que a su vez permitió reducir el espesor de las losas sin comprometer su integridad estructural. Esta disminución del espesor no solo refleja una ganancia en la eficiencia en el uso de los materiales, sino que también implica una reducción del tiempo y los costos de construcción. En resumen, la incorporación de un 5,2% de fibras en las losas de hormigón no sólo es



concebible sino también recomendable con el fin de mejorar las características mecánicas de las losas, permitiendo conseguir una mayor resistencia reduciendo simultáneamente el espesor.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Según Collanqui & Manuel (2022), su estudio "Impacto de la adición de fibra de acero reciclada de desechos de llantas en las características físico-mecánicas del concreto ( $A/C = 0.45$ ) y fisuración por contracción plástica en losas en Juliaca, 2022", El objetivo principal de este estudio fue investigar el impacto de la incorporación de relleno de árido reciclado (RAF), obtenido a partir de neumáticos usados, en las propiedades mecánicas y físicas del hormigón con una relación agua-cemento de 0,45. Además, se investigó cómo esta adición afectó el desarrollo de fracturas por retracción plástica en el hormigón. Las características del hormigón experimentaron una transformación significativa como resultado de la utilización de RAF como árido reciclado. Durante la fase de experimentación, se observó un aplanamiento de los fragmentos de plástico reciclado. Esto provocó un cambio en el comportamiento de estos materiales dentro de la mezcla, lo que afectó la trabajabilidad del hormigón y sus cualidades finales. Esta investigación se realizó mediante una técnica experimental, que incluyó un enfoque cuantitativo y un método deductivo. Esta metodología permitió desarrollar hipótesis basadas en observaciones iniciales y posteriormente evaluarlas mediante experimentos controlados. Para demostrar la relación causal entre la adición de fibra de vidrio (RAF) y los cambios en la calidad del hormigón, el diseño del estudio fue explicativo, lo que permitió establecer estas correlaciones. La recopilación de datos durante las etapas experimentales se realizó mediante hojas de observación. Estas hojas permitieron registrar los cambios tanto en la mezcla fresca como en el hormigón endurecido. El hormigón nuevo tenía una temperatura de  $13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una consistencia de 11,4 cm y un contenido de aire del 4,8 %. Estos son algunos de los datos más relevantes obtenidos. Este contenido de aire aumentó al 5,3 % con la adición de fibra, lo que también condujo a un aumento del peso unitario del



hormigón, que alcanzó el  $1040 \text{ kg/m}^3$ . En general, el peso unitario del hormigón aumentó. Después de 28 días de curado, los hallazgos indicaron que el concreto modificado con FAR tenía una resistencia a la tracción promedio de  $29.94 \text{ kg/cm}^2$  al 1.5% de FAR, una resistencia a la flexión promedio de  $42.52 \text{ kg/cm}^2$  al 2% de FAR, y una resistencia a la compresión de  $309.15 \text{ kg/cm}^2$  al 1% de FAR. Todas estas resistencias se midieron en términos de las características mecánicas del concreto. Los datos que se obtuvieron revelaron que la incorporación de FAR resultó en una mejora general en la resistencia mecánica del concreto, particularmente en los parámetros de tensión y flexión. Sin embargo, también se observó que la aparición de fracturas por retracción plástica fue menos frecuente en el concreto que contenía FAR en comparación con el concreto ordinario. Este fue un hallazgo significativo. Las grietas ocurrieron trece veces en el concreto usual, sin embargo, con 0.5% de FAR, solo ocurrieron cinco veces. El concreto normal se agrietó trece veces. Las grietas causadas por retracción no se observaron en ninguno de los otros aditivos que se investigaron. En conclusión, la incorporación de FAR no solo mejoró las propiedades mecánicas del hormigón, sino que también contribuyó a reducir la aparición de grietas por retracción. Esto resalta el potencial de este material reciclado como una opción viable para mejorar las características del hormigón de forma respetuosa con el medio ambiente.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Concreto

El concreto hidráulico es una mezcla compuesta por cemento, agua y agregados (como arena, grava, piedra triturada, entre otros), los cuales, al ser curados, se transforman en un material altamente resistente y duradero. Su principal característica es la capacidad de endurecerse y adquirir resistencia bajo la acción del agua, lo que le otorga la propiedad de ser un material de tipo hidráulico, capaz de fijarse y endurecerse en presencia de agua.



El concreto hidráulico es fundamental en la construcción de infraestructuras que requieren gran resistencia, como pavimentos, edificios, puentes, presas, túneles y otras obras civiles. Esta resistencia se debe a la reacción química entre el cemento y el agua, formando una pasta que une los agregados y se endurece con el tiempo. Además, el concreto es conocido por su durabilidad, ya que, si se mezcla y cura adecuadamente, puede perdurar por siglos sin perder sus propiedades estructurales.

Un aspecto importante es que la incorporación de aditivos al concreto, como plásticos reciclados, fibras metálicas recicladas, o polímeros, puede alterar sus propiedades físicas y mecánicas, lo que mejora o modifica sus características dependiendo del tipo de aditivo utilizado. Por ejemplo, los plásticos reciclados pueden aportar mayor flexibilidad al concreto, mientras que las fibras metálicas pueden aumentar su resistencia a la tracción. No obstante, el uso de estos aditivos también plantea la necesidad de analizar su comportamiento bajo diversas condiciones de curado y carga, ya que pueden influir en la formación de fisuras o en la capacidad de absorción de agua del material.

La resistencia del concreto hidráulico es un factor determinante para su aplicación en diversos contextos. En áreas donde la resistencia a la compresión es crucial, como en pavimentos urbanos o estructuras de soporte de carga pesada, el concreto debe ser diseñado para ofrecer el máximo rendimiento posible. La resistencia del concreto no solo depende de la calidad de los materiales, sino también de las proporciones en que estos son combinados y de los métodos de curado empleados.

De igual manera, el estudio de su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga y exposición ambiental es esencial para garantizar su rendimiento a largo plazo. El concreto hidráulico, al estar expuesto a diversos agentes climáticos (como variaciones de temperatura, agua, o agentes químicos), puede sufrir alteraciones que afecten su durabilidad y capacidad estructural. Esto requiere un diseño y control de calidad riguroso, considerando variables como el tipo de cemento, los agregados, la relación agua-cemento, y los tiempos de curado.

### **2.2.2 Componentes del Concreto**

El concreto es un material compuesto cuya mezcla incluye varios componentes fundamentales, entre los cuales destacan el cemento, el agua, los agregados y, en algunos casos, aditivos que mejoran sus propiedades. Cada uno de estos componentes cumple una función específica que influye en las características finales del material. A continuación:

#### **Cemento**

El cemento es el material aglutinante del concreto, cuya función principal es unir los agregados en la mezcla. El tipo de cemento más utilizado en la fabricación de concreto hidráulico es el cemento Portland, debido a sus excelentes propiedades de resistencia a la compresión y su capacidad de endurecerse bajo la acción del agua. Este tipo de cemento se caracteriza por su habilidad para generar una pasta que, al hidratarse, forma una estructura sólida y resistente.

Sin embargo, la producción de cemento Portland está asociada a una significativa emisión de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles, como el uso de materiales reciclados, como plásticos y fibras, que mejoran las propiedades del concreto y reducen su impacto ambiental. Además, los esfuerzos para optimizar el proceso de fabricación y minimizar la huella de carbono son fundamentales para el desarrollo de concretos más ecológicos (Taylor, 2019).

#### **Agua**

La cantidad de agua en la mezcla debe ser cuidadosamente controlada, ya que una cantidad excesiva puede reducir la resistencia final del concreto. Además, el contenido de agua influye en otras propiedades del concreto, como su trabajabilidad y durabilidad.

En el caso de estudios que implican el uso de plásticos reciclados o fibras, el control de la cantidad de agua es aún más crucial, ya que algunos de estos aditivos pueden modificar la capacidad de absorción y retención de agua de la mezcla, lo que afectaría las propiedades finales del concreto. Un adecuado control del agua es esencial para garantizar



que el concreto adquiriera las características deseadas, especialmente en condiciones de curado y exposición variables (Mehta & Monteiro, 2019).

## **Aire**

El contenido de aire en el concreto también juega un papel importante en sus propiedades. El aire atrapado dentro de la mezcla puede afectar negativamente la resistencia a la compresión, especialmente si no se controla adecuadamente. Sin embargo, la presencia de aire en cantidades adecuadas puede mejorar la durabilidad del concreto.

La incorporación de aire de manera controlada es una técnica utilizada en concreto para mejorar su resistencia a la acción del hielo y agua. En este contexto, el uso de plásticos reciclados y fibras metálicas recicladas puede modificar el contenido de aire del concreto, alterando su resistencia y durabilidad. El impacto de este aire adicional debe ser cuidadosamente evaluado, ya que puede tener efectos beneficiosos o perjudiciales, dependiendo de la proporción y tipo de aditivos utilizados. En términos generales, la determinación del aire en la mezcla es crucial para garantizar que el concreto sea adecuado para su uso en diversas condiciones ambientales y estructurales (ACI, 2020).

### **2.2.3 Los Agregados**

Los agregados constituyen una porción significativa del concreto, representando generalmente entre el 60% y el 80% de su volumen. Estos materiales, que incluyen tanto agregados finos (como la arena) como gruesos (como la grava o piedras trituradas), tienen un impacto fundamental en las cualidades mecánicas y la durabilidad del concreto.

#### **2.2.3.1 Clasificación de los Agregados según su Procedencia**

Los agregados se clasifican principalmente en dos grupos: naturales y reciclados. Los agregados naturales se obtienen directamente de yacimientos naturales como ríos, canteras o minas, mientras que los agregados reciclados provienen de la reutilización de materiales de concreto ya existentes, como residuos de construcción y demolición.

En la investigación actual, se propone el uso de agregados reciclados junto con aditivos como plásticos reciclados y fibras metálicas recicladas. Este enfoque tiene como objetivo evaluar los efectos de estos materiales en el concreto, especialmente en lo que respecta a su resistencia y durabilidad. La procedencia de los agregados influye directamente en las características finales del concreto, ya que los agregados reciclados pueden presentar variaciones en su composición y propiedades físicas. Sin embargo, su uso también presenta una alternativa sostenible que contribuye a la reducción de residuos y la conservación de recursos naturales (Bello et al., 2020).

### **2.2.3.2 El Agua en el Concreto**

El agua juega un papel crítico en el proceso de hidratación del cemento, que es fundamental para el desarrollo de las propiedades mecánicas del concreto. La cantidad de agua que se incorpora a la mezcla debe ser cuidadosamente controlada, ya que una cantidad excesiva de agua puede afectar negativamente la resistencia y la durabilidad del concreto. Además, el agua también puede modificar otras propiedades del concreto, como su trabajabilidad.

Cuando se utilizan aditivos como plásticos reciclados o fibras metálicas recicladas, es importante controlar la cantidad de agua en la mezcla, ya que estos materiales pueden influir en la capacidad del concreto para absorber y retener agua. La calidad del agua utilizada también juega un papel crucial en la obtención de las características deseadas en el concreto, siendo esencial para alcanzar el equilibrio adecuado entre resistencia, durabilidad y trabajabilidad (Van de Ven et al., 2019).

### **2.2.3.3 Cualidades de los agregados.**

Los agregados deben ser seleccionados de acuerdo con criterios específicos, que incluyen la dureza, la limpieza y la forma. Los agregados reciclados, en particular, pueden tener propiedades menos predecibles que los naturales, lo que requiere una evaluación más exhaustiva antes de su inclusión en la mezcla.

Cuando se incorporan plásticos reciclados y fibras metálicas, estas propiedades físicas de los agregados pueden modificar la resistencia a la compresión, la durabilidad y

la adherencia entre los agregados y la pasta de cemento. La elección de los agregados adecuados es crucial para garantizar que el concreto no solo tenga la resistencia necesaria para su función estructural. La optimización del uso de estos materiales reciclados puede resultar en concretos con propiedades mejoradas, siempre que se seleccionen cuidadosamente y se controlen adecuadamente los factores mencionados (Yang et al., 2020).

#### 2.2.4 *Plástico Reciclado*

Para (Farfán, Pinedo, & Araujo Novoa, 2019), Es un material obtenido a partir de residuos plásticos, como envases, bolsas u otros productos descartados, que son recolectados, clasificados y procesados mediante técnicas como lavado, trituración y fundición. Este material se convierte en una nueva materia prima para fabricar productos o componentes, promoviendo la reducción de desechos, el ahorro de recursos naturales y la disminución de la contaminación ambiental. Su uso es clave para fomentar la economía circular y mitigar los impactos negativos del plástico en los ecosistemas.

##### 2.2.4.1 **Propiedades físicas del plástico reciclado**

- ✚ **Densidad:** Generalmente menor que otros materiales tradicionales. La densidad del plástico reciclado depende del tipo de polímero, como el PET ( $1.38\text{--}1.40\text{ g/cm}^3$ ) o el HDPE ( $0.94\text{--}0.96\text{ g/cm}^3$ ).
- ✚ **Impermeabilidad:** Posee baja permeabilidad al agua, lo que lo hace útil en aplicaciones donde se requiere resistencia a la humedad.
- ✚ **Durabilidad:** Aunque los plásticos reciclados son menos duraderos que los vírgenes debido al proceso de reciclaje, mantienen su capacidad de resistir condiciones climáticas moderadas.
- ✚ **Resistencia química:** Resisten la acción de ácidos, bases y solventes, lo que los hace adecuados para usos en ambientes agresivos.

#### 2.2.4.2 Propiedades mecánicas del plástico reciclado

- ✚ **Resistencia a la tracción:** Es menor que en el plástico virgen, pero suficiente para aplicaciones no estructurales. Por ejemplo, el PET reciclado tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 40–50 MPa.
- ✚ **Elasticidad:** Los plásticos reciclados presentan mayor deformabilidad en comparación con los plásticos vírgenes debido a cambios en su estructura molecular durante el reciclaje.
- ✚ **Dureza:** Moderada, aunque puede disminuir en función del número de ciclos de reciclaje y la calidad del procesamiento.
- ✚ **Fragilidad:** Puede aumentar, especialmente cuando el plástico ha sido reciclado varias veces, lo que lo hace más propenso a fisurarse bajo esfuerzos intensos.
- ✚ **Conductividad térmica:** Baja, lo que les confiere características de aislamiento térmico.

#### 2.2.4.3 Uso del plástico reciclado en la elaboración del concreto

- ✚ **Mezcla en la matriz del concreto:** El plástico reciclado se incorpora como agregado parcial (en lugar de arena o grava) o en forma de fibras cortas. Esto mejora ciertas propiedades como la resistencia a la fisuración por contracción plástica.
- ✚ **Reducción de peso:** Al ser de menor densidad que los agregados tradicionales, su inclusión reduce el peso total del concreto, ideal para estructuras ligeras.
- ✚ **Resistencia a la fisuración:** Las fibras de plástico reciclado ayudan a distribuir tensiones, reduciendo la propagación de grietas en el concreto.
- ✚ **Aislamiento térmico:** Los plásticos reciclados mejoran las propiedades de aislamiento térmico del concreto, útil para estructuras en climas extremos.
- ✚ **Absorción de impactos:** El concreto con plástico reciclado tiene una mayor capacidad de absorber energía, haciéndolo adecuado para aplicaciones donde se requieren propiedades de amortiguación.

## Figura 1

### Plástico reciclado



Nota. Plástico reciclado plati nex (2019)

#### 2.2.4.4 Tipos de plásticos reciclados

##### **PET (Tereftalato de polietileno):**

- Usos: Botellas de bebidas, envases de alimentos.
- Reciclado: Se convierte en fibras para textiles, alfombras y nuevos envases.

##### **HDPE (Polietileno de alta densidad):**

- Usos: Botellas de detergente, envases de leche, bolsas.
- Reciclado: Usado en tuberías, contenedores, y mobiliario urbano.

##### **PVC (Cloruro de polivinilo):**

- Usos: Tuberías, revestimientos de cables, empaques.
- Reciclado: Aplicado en productos de construcción como suelos y marcos de ventanas.

##### **LDPE (Polietileno de baja densidad):**

- Usos: Bolsas de plástico, envolturas, botellas flexibles.
- Reciclado: Convertido en láminas plásticas, bolsas y materiales de construcción.

##### **PP (Polipropileno):**

- Usos: Tapas de botellas, envases de alimentos, utensilios.
- Reciclado: Aplicado en componentes automotrices, muebles y contenedores.

#### **PS (Poliestireno):**

- Usos: Vasos desechables, bandejas de comida, aislamiento térmico.
- Reciclado: Usado en materiales de aislamiento y productos moldeados.

#### **Otros (plásticos mixtos):**

- Usos: Productos variados como CDs, juguetes, equipos electrónicos.
- Reciclado: Usados para fabricar nuevos materiales compuestos o energías alternativas.

### **2.2.5 Fibra metálica reciclada**

La fibra metálica reciclada se obtiene a partir de desechos metálicos, como neumáticos fuera de uso (donde se extraen fibras de acero), cables, restos de construcción o procesos industriales. Estas fibras se procesan para ser reutilizadas como refuerzo en materiales de construcción, especialmente en concreto. A continuación, se detallan sus características: (Contreras Delgado, 2019)

#### **2.2.5.1 Propiedades de la Fibra Metálica Reciclada**

- ✚ **Resistencia a la tracción:** Alta capacidad para resistir esfuerzos tensionales, mejorando las propiedades mecánicas del material que refuerza.
- ✚ **Durabilidad:** Resistente a condiciones ambientales agresivas, especialmente si está recubierta o tratada para prevenir la corrosión.
- ✚ **Flexibilidad:** Adaptable en forma y tamaño según los requerimientos de uso.
- ✚ **Conductividad térmica y eléctrica:** Alta, dependiendo de su origen y composición metálica.
- ✚ **Compatibilidad con el concreto:** Mejora la resistencia a la fisuración, la tenacidad y el comportamiento frente a cargas dinámicas.

### 2.2.5.2 Usos de la Fibra Metálica Reciclada en el Concreto

- ✚ **Refuerzo del concreto:** Mejora la resistencia a la flexión, el impacto y la fatiga, siendo una alternativa al uso de refuerzos tradicionales.
- ✚ **Control de fisuración:** Reduce la aparición y propagación de grietas en estructuras de concreto.
- ✚ **Aplicaciones en pavimentos:** Ideal para pavimentos industriales y áreas de tráfico pesado debido a su resistencia al desgaste.
- ✚ **Elementos prefabricados:** Usada en vigas, losas y paneles de concreto reforzado.
- ✚ **Sostenibilidad:** Al ser un material reciclado, contribuye a reducir residuos metálicos y a fomentar la economía circular.

### 2.2.5.3 Ventajas del Uso de Fibra Metálica Reciclada

- ✚ Reduce costos al aprovechar desechos metálicos.
- ✚ Aumenta la vida útil de las estructuras reforzadas.
- ✚ Promueve prácticas sostenibles en la construcción.
- ✚ Mejora la resistencia a cargas dinámicas y a la fatiga.

## 2.3 Marco Conceptual.

### 2.3.1 Concreto hidráulico

Tras el curado, el cemento, el agua y las partículas del hormigón hidráulico forman una sustancia sólida e impermeable. Es ideal para proyectos expuestos a condiciones húmedas o acuáticas debido a su principal propiedad: aumenta su resistencia al contacto con el agua. Edificios, pavimentos y otras infraestructuras que requieren estabilidad a largo plazo suelen utilizarlo. Tras la hidratación, este tipo de hormigón endurece y puede resistir tensiones externas.



### **2.3.2 Agregados reciclados**

Los materiales procedentes de estructuras antiguas o del hormigón reutilizado se denominan áridos reciclados. Su uso como sustituto de los áridos naturales en la producción de hormigón contribuye a que el proceso sea más respetuoso con el medio ambiente. Dependiendo de su tratamiento y granulometría, pueden imitar las cualidades de los áridos naturales, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental del sector de la construcción. Antes de generalizar su uso, es fundamental estudiar cómo afectan a la resistencia y la durabilidad del hormigón.

### **2.3.3 Plásticos reciclados**

Las propiedades físicas y mecánicas del hormigón pueden mejorarse añadiendo polímeros reciclados, componentes obtenidos a partir de productos plásticos. Si bien estos polímeros pueden aumentar la flexibilidad y la resistencia a la corrosión del hormigón, su uso excesivo podría comprometer la adherencia y la resistencia final del material, por lo que es esencial una dosificación cuidadosa. Además, los plásticos recuperados ayudan a reducir los niveles de residuos plásticos, lo que contribuye a la sostenibilidad del hormigón.

### **2.3.4 Resistencia a la compresión**

Una de las características más importantes del hormigón es su resistencia a la compresión, que indica la presión que puede soportar antes de romperse o reventar. La respuesta se encuentra al cargar una muestra de hormigón hasta su rotura en un entorno controlado. Dado que determina la resistencia de los pavimentos y edificios a las presiones externas, esta cualidad es crucial para este tipo de construcciones. Esta calidad se ve directamente afectada por factores como el tipo de cemento, la calidad de los áridos y la mezcla de materiales.



### **2.3.5 Durabilidad del concreto**

La capacidad del hormigón para soportar condiciones ambientales adversas durante un largo periodo sin degradarse es lo que nos referimos a su durabilidad. Esto incluye la resistencia a la exposición a sustancias químicas, los daños causados por el agua, las fluctuaciones de temperatura y la corrosión. Puentes, carreteras y presas, entre otras infraestructuras, deben construirse con hormigón resistente para soportar entornos hostiles. El hormigón puede aumentar su durabilidad añadiendo productos químicos o utilizando elementos reciclados.

### **2.3.6 Sostenibilidad en la construcción**

Los edificios pueden considerarse sostenibles si se planifican, construyen y mantienen de forma que reduzcan su impacto ambiental a lo largo de toda su vida útil. Esto implica reducir los residuos y las emisiones nocivas, a la vez que se optimiza el uso de la energía y los recursos reutilizados. Una forma de lograr una construcción más ecológica es utilizar materiales reciclados, como plásticos, fibras metálicas y hormigón. Además, estos materiales pueden ayudar al sector de la construcción a reducir su huella de carbono.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

El autor Carrasco (2018), El diseño de la investigación es el plan o estrategia que guía el proceso de recolección, análisis e interpretación de datos, con el propósito de responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos planteados. Este diseño establece el tipo de investigación, el método a emplear, las variables a estudiar, las técnicas de medición y las etapas que se seguirán para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. Se clasifica en diferentes tipos, como descriptivo, correlacional, experimental, entre otros, según la naturaleza del problema de investigación.

Se enmarcaría en un diseño experimental, específicamente un diseño cuasi-experimental, ya que buscas evaluar cómo la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables afecta las propiedades del concreto hidráulico.

#### 3.2 Método de la investigación

Según Nel (2019) El método de investigación es un conjunto sistemático de procedimientos, herramientas y técnicas que se utilizan para recopilar, analizar e interpretar datos con el fin de responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos. Este enfoque garantiza un procedimiento específico, metódico, exhaustivo y



lógico para la investigación. Puede ser mixto, cualitativo o cuantitativo, según el problema y los componentes estudiados.

Es de un método científico, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a través de pruebas experimentales realizadas en laboratorio. Este enfoque permite medir el impacto de las proporciones variables de plástico reciclado y fibra metálica reciclada sobre las propiedades del concreto hidráulico, como la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Además, se emplean herramientas estadísticas para analizar los resultados y establecer relaciones claras entre las variables independientes y dependientes, siguiendo normas técnicas que garantizan la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

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

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

Según Pino (2018), la investigación de tipo explicativo busca identificar y esclarecer las causas subyacentes de las variables investigadas. En este trabajo, se ha adoptado un enfoque descriptivo-explicativo para proporcionar una explicación detallada de los procedimientos, las pruebas y las técnicas empleadas durante la investigación en laboratorio. Este enfoque permite describir con claridad los aspectos clave del proceso experimental.

El estudio sigue un nivel explicativo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos, a lo largo de la investigación, se utilizarán cantidades exactas de aditivos para evaluar sus efectos sobre las propiedades del concreto, permitiendo la cuantificación precisa de los resultados obtenidos.

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

Según Gómez y Coen (2019), este tipo de investigación se basa principalmente en la recopilación y análisis de información documentada, utilizando fuentes como libros,



revistas y registros oficiales. Generalmente, se lleva a cabo en áreas como el Derecho, la Psicología o la Antropología, y es útil para la reconstrucción histórica a través de fuentes literarias y culturales.

El estudio que se presenta tiene un tipo aplicado, ya que se centra en la implementación práctica de plásticos reciclados y fibras metálicas recicladas en la formulación de concreto hidráulico. En este contexto, se llevan a cabo pruebas experimentales en laboratorios, utilizando una combinación de estos materiales para observar cómo influyen en las propiedades del concreto, y posteriormente se realiza un análisis exhaustivo de los datos obtenidos para comprender su impacto.

### **3.3.3 Enfoque de la investigación**

Según Guevara (2020), toda la gama de actividades de investigación, que incluyen, entre otras, las siguientes: identificación de un problema o cuestión; desarrollo de una técnica; recogida, análisis e interpretación de datos, forman parte del enfoque del estudio, que también se conoce como las características del estudio.

El estudio siguió una ruta de enfoque cuantitativo, debido a que desde la obtención, tratamiento y presentación de resultados se hace de forma numérica, con cálculos constantes y estadísticos para la presentación de las variaciones en cuanto a los valores obtenidos.

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

### **3.4.1 Población**

Según Hernandez & Baptista (2021), la población de un estudio está compuesta por todos aquellos casos que cumplen con los criterios definidos previamente para la investigación. (pág. 174)

En este caso, la investigación se llevará a cabo utilizando especímenes específicos fabricados con agregados extraídos de la cantera de Isla. Las pruebas se realizarán en la

provincia de Azángaro, con evaluaciones a los 7, 14 y 28 días, con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión del concreto bajo las condiciones establecidas en esa región.

### 3.4.2 Muestra

De acuerdo a Hernández (2019), a muestra de investigación se refiere a un subconjunto de individuos seleccionados de la población general que cumplen con criterios específicos. La selección de estos individuos debe ser tal que reflejen de manera precisa las características más relevantes de la población completa. El proceso de elección de la muestra es crucial para obtener resultados que puedan aplicarse de manera válida a toda la población.

En este estudio, la muestra está conformada por concreto hidráulico al que se le ha añadido plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables, y se lleva a cabo en la provincia de Azángaro.

**Tabla 2**

*Muestra para la prueba de asentamiento*

MUESTRA	SLUMP
MP	3
MP + 2.5% de plástico reciclado	3
MP + 5.0% de plástico reciclado	3
MP + 7.5% de plástico reciclado	3
MP + 1.0% de fibra metálica reciclada	3
MP + 2.0% de fibra metálica reciclada	3
MP + 3.0% de fibra metálica reciclada	3
<b>Total</b>	<b>21</b>

**Nota.** Elaboración propia.

A través de la tabla, se presenta la cantidad de muestras que serán empleadas en el estudio.

**Tabla 3***Muestra para la prueba de rotura a compresión*

MUESTRA	DÍA – 7	DÍA – 14	DÍA – 28	TOTALIDAD
MP	5	5	5	15
MP + 2.5% de plástico reciclado	5	5	5	15
MP + 5.0% de plástico reciclado	5	5	5	15
MP + 7.5% de plástico reciclado	5	5	5	15
MP + 1.0% de fibra metálica reciclada	5	5	5	15
MP + 2.0% de fibra metálica reciclada	5	5	5	15
MP + 3.0% de fibra metálica reciclada	5	5	5	15
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>105</b>

**Nota.** Elaboración propia.

A través de la tabla, se presenta la cantidad de muestras que serán empleadas en el estudio.

**Tabla 4***Muestra para la prueba de rotura a flexión*

MUESTRA	DÍA – 7	DÍA – 14	DÍA – 28	TOTALIDAD
MP	5	5	5	15
MP + 2.5% de plástico reciclado	5	5	5	15
MP + 5.0% de plástico reciclado	5	5	5	15
MP + 7.5% de plástico reciclado	5	5	5	15
MP + 1.0% de fibra metálica reciclada	5	5	5	15
MP + 2.0% de fibra metálica reciclada	5	5	5	15
MP + 3.0% de fibra metálica reciclada	5	5	5	15
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>105</b>

**Nota.** Elaboración propia.

A través de la tabla, se presenta la cantidad de muestras que serán empleadas en el estudio.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de investigación.

#### 3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son los métodos empleados para obtener información relevante durante una investigación. Estos métodos pueden ser de naturaleza

particular, es decir, enfoques específicos diseñados para cumplir con los objetivos del estudio, o pueden ser parte de una estrategia de investigación más amplia. Adicionalmente, es posible combinar diferentes enfoques dependiendo de la naturaleza del estudio y de las necesidades del investigador. De acuerdo con Arias (2021), utilizar múltiples enfoques puede ser una forma eficaz de abordar diversos aspectos de la investigación y obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado.

**La agregación de sustancias:** Este proceso implica la combinación de sustancias químicas que se agrupan para formar lo que se conoce como agregados. El proceso de formación de agregados es fundamental en el contexto del concreto, ya que estos agregados son los componentes básicos que proporcionan la estructura y la resistencia del material. El análisis de partículas se realiza con el fin de estudiar cómo se distribuyen las partículas dentro de los agregados, lo cual es crucial para entender las propiedades del material a nivel microscópico. Este análisis se lleva a cabo mediante métodos científicos precisos que permiten caracterizar con exactitud el tamaño y la distribución de las partículas presentes en la muestra.

**Objetivo de la herramienta específica utilizada:** En este contexto, el objetivo principal es evaluar de manera exhaustiva las características y la composición de los materiales que conforman el concreto. Esto incluye no solo los agregados, sino también los aditivos y otros componentes que pueden influir en la resistencia y durabilidad del material. La herramienta específica utilizada en este estudio busca proporcionar datos detallados que ayuden a comprender cómo estos materiales interactúan y cómo afectan el desempeño del concreto cuando se someten a diversas condiciones de carga y exposición.

**Diversas fracciones en la dosificación de aditivos:** A lo largo de la investigación, se utilizaron diferentes fracciones o proporciones en la dosificación de aditivos que se mezclan con el concreto. El objetivo principal de este enfoque es estudiar cómo la variabilidad en la mezcla de estos aditivos impacta la resistencia a la compresión del concreto, que es una de las propiedades más importantes para evaluar su calidad y desempeño estructural. Este análisis se lleva a cabo a través de una serie de pruebas de

laboratorio que permiten evaluar la resistencia del concreto en diferentes condiciones. Posteriormente, los resultados obtenidos se analizan para identificar las relaciones entre las proporciones de los aditivos y las propiedades mecánicas del concreto, lo que facilita la optimización de la mezcla para obtener el mejor rendimiento posible.

### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación**

Según Arias (2021), es crucial reconocer que los dispositivos empleados para la recolección de datos no solo funcionan como herramientas, sino también como componentes esenciales en el proceso de investigación. Estos instrumentos permiten no solo la recopilación de datos, sino también facilitan la ejecución de las actividades necesarias para llevar a cabo un estudio de manera eficiente. En otras palabras, son elementos clave que ayudan a estructurar y sistematizar las tareas de investigación, garantizando la obtención de información precisa y relevante.

Existen una variedad de métodos y herramientas que pueden emplearse dependiendo del tipo de información que se desea obtener y del enfoque del estudio. Entre los más eficaces y utilizados se encuentran los exámenes, los manuales de usuario, los kits especializados para pruebas técnicas, así como las encuestas y cuestionarios. Cada uno de estos instrumentos tiene un propósito específico y se selecciona de acuerdo con las necesidades del proyecto de investigación. Por ejemplo, los exámenes se utilizan frecuentemente para evaluar el conocimiento o la comprensión de los participantes sobre un tema, mientras que los manuales de usuario son útiles para obtener información sobre la experiencia de los usuarios con ciertos productos o servicios.

Por otro lado, los kits de recolección de datos, especialmente en estudios técnicos o científicos, son herramientas que facilitan la recopilación sistemática de información a través de instrumentos predefinidos y estandarizados. Las encuestas y cuestionarios, por su parte, son ampliamente utilizados en estudios que requieren obtener respuestas directas de los participantes sobre una variedad de temas, permitiendo obtener datos



cuantificables y cualitativos que son esenciales para la interpretación y análisis del problema de investigación.

### **3.6 Plan de recolección y procesamiento de datos**

#### **3.6.1 Desarrollo de plan de investigación**

##### **ETAPA I: Investigación Bibliográfica**

El objetivo inicial de la investigación fue realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva para preparar el estudio. Las principales fuentes consultadas fueron artículos de revistas científicas, publicaciones especializadas y tesis de investigaciones previas.

##### **ETAPA II: Procedencia y Ubicación de los Agregados**

El primer paso para la obtención de los agregados para la mezcla fue trasladarse al lugar específico donde se realizaría la recolección. Los agregados fueron recuperados de la cantera Isla, situada en el kilómetro 16 + 000 de Juliaca - Cabanillas, conocida también por ser una instalación de trituración.

##### **ETAPA III: Propiedades de los Agregados**

Durante esta etapa, se llevó a cabo una serie de ensayos para determinar las características físicas de los agregados. Estos ensayos incluyeron la medición del tamaño de las partículas y el contenido de humedad de los agregados. Se evaluaron propiedades como la absorción de agua, la gravedad específica y la densidad relativa de los agregados gruesos.

El contenido de humedad se determinó mediante un procedimiento donde se midió la diferencia de peso entre los agregados secos y los húmedos. Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados se analizaron con base en los estándares establecidos, como la prueba ASTM C 128-001 para la densidad relativa y la absorción del agregado.

**Tabla 5**

*Peso específico y absorción de los agregados.*

<b>Agregado</b>	<b>Peso Específico (Gravedad Específica)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>Arena (Fino)</b>	2.55	3.34
<b>Grava (Grueso)</b>	2.51	1.85

**Nota.** Laboratorio.

Se presenta los valores del peso específico (gravedad específica) y la absorción de los agregados utilizados en la investigación. Se observa que la arena fina tiene un peso específico de 2.55 y una absorción de 3.34%, mientras que la grava gruesa muestra un peso específico de 2.51 y una absorción de 1.85%.

**Tabla 6**

*Contenido de humedad de los agregados.*

<b>Agregado</b>	<b>Peso Total Muestra Húmeda (kg)</b>	<b>Peso Muestra Seca (kg)</b>	<b>% Humedad</b>
<b>Arena (Fino)</b>	410.26	389.89	5.79%
<b>Grava (Grueso)</b>	382.25	370.73	3.46%

**Nota.** Laboratorio.

Se muestra el contenido de humedad de los agregados utilizados en la investigación, presentando el peso total de la muestra húmeda, el peso de la muestra seca y el porcentaje de humedad. En el caso de la arena fina, el contenido de humedad es de 5.79%, mientras que para la grava gruesa es de 3.46%. Estos valores son cruciales para evaluar las propiedades de los agregados en la mezcla de concreto.

**Tabla 7**

*Peso unitario suelto y compacto del agregado.*

Agregado	Peso del Molde (g)	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	Peso de la Muestra Suelta (g)	Densidad Mínima (g/cm <sup>3</sup> )
Arena (Fino)	5989	2077	3403	1.637
Grava (Grueso)	7992	3200	4842	1.517

**Nota.** Laboratorio.

Se presenta los resultados del peso unitario suelto y compacto de los agregados. Se detallan el peso del molde, el volumen del molde, el peso de la muestra suelta y la densidad mínima de los agregados, tanto para la arena fina como para la grava gruesa. Estos valores son importantes para determinar las propiedades físicas y la clasificación de los agregados en la mezcla de concreto.

**Tabla 8**

*Peso unitario compactado del agregado.*

Agregado	Peso del Molde (g)	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	Peso de la Muestra Compactada (g)	Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )
Arena (Fino)	5989	2077	3626	1.745
Grava (Grueso)	7992	3200	5221	1.635

**Nota.** Laboratorio.

Se presenta los resultados del peso unitario compacto de los agregados. Se muestran los valores correspondientes al peso del molde, el volumen del molde, el peso de la muestra compactada y la densidad máxima de los agregados, tanto para la arena fina como para la grava gruesa. Estos datos son esenciales para evaluar la densidad y el comportamiento de los agregados en la mezcla de concreto.

### Análisis Granulométricos

Tabla 9

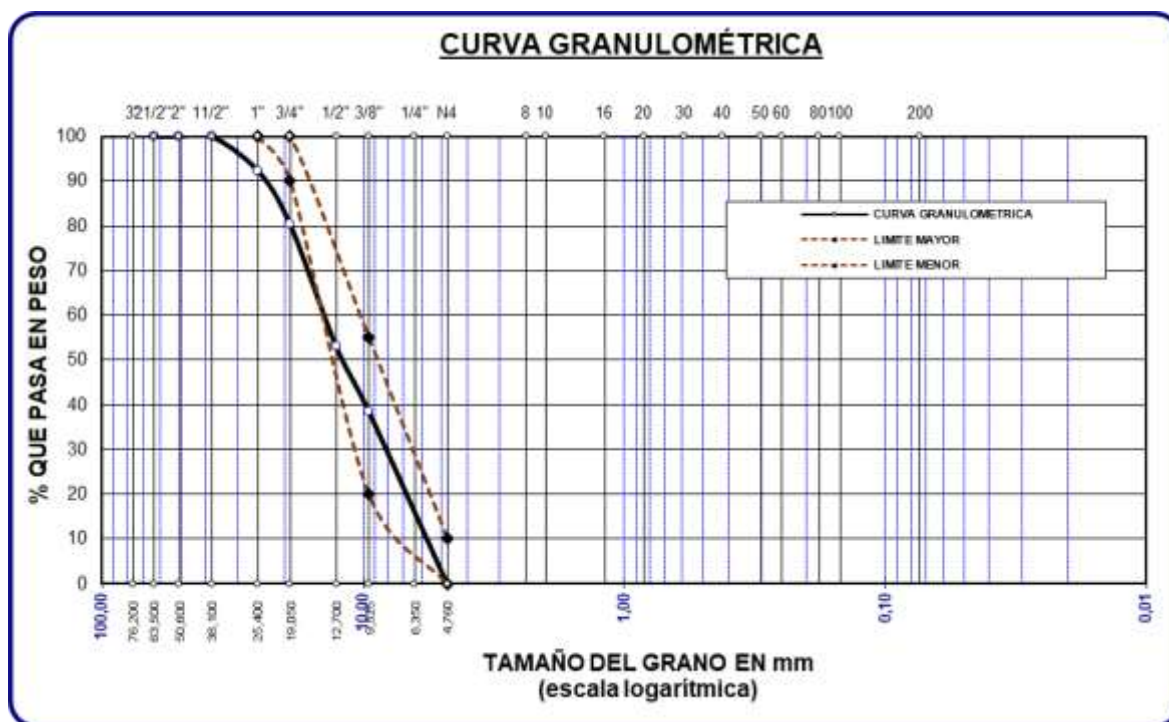
Tamizado del AG

Tamices ASTM	Peso Retenido	%. Retenido Parcial	%. Retenido Acumulado	%. Que Pasa
2"	0	0	0	100.00
1 1/2"	0	0	0	92.49
1"	265.00	7.57	7.57	92.43
3/4"	421.00	12.03	19.60	80.40
1/2"	954.00	27.26	46.86	53.14
3/8"	508.00	14.51	61.37	38.63
1/4"	214.00	6.11	67.49	32.51
No4	1128.00	32.23	99.71	0.29
Base	10	0.29	100.0	0.0
<b>Total</b>	3500	100.00		
<b>% Pérdida</b>	0.29			

Nota. Laboratorio.

Figura 2

Curva del tamizado del A.G.



Nota. Laboratorio.



**Módulo de fineza (NTP 400.011)**

$$MF = 2.94$$

**Cualidades del material****Tabla 11***Análisis del material en laboratorio.*

PROPIEDADES FÍSICAS	AG. GRUESO	AG. FINO
P.e SSS	2.51	2.55
P.U. Varillado	1617	1691
P.U. Suelto	1500	1586
% de Absorción	1.85	3.34
% de Humedad Natural	3.46	5.79
Módulo de Fineza	-	2.94

Se presenta los resultados de laboratorio de las propiedades físicas de los agregados gruesos y finos. Se incluyen parámetros como el peso específico (P.e SSS), el peso unitario varillado, el peso unitario suelto, el porcentaje de absorción, el porcentaje de humedad natural y el módulo de finura.

**ETAPA IV: DISEÑO DE MEZCLAS.****Tabla 12***Diseño de Mezcla ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ).*

Componente	Peso ( $\text{kg/m}^3$ )	Proporción en volumen
Cemento	366	1.00
Agua	205	0.56
Agregado Grueso	979	2.68
Agregado Fino	655	1.79
Aire	2.0%	

Se muestra el diseño de mezcla para obtener concreto con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ). Se detallan los componentes de la mezcla, su peso en kilogramos por metro cúbico y la proporción en volumen de cada material, que incluye cemento, agua, agregado grueso, agregado fino y aire.

**Tabla 13**

*Dosificación de mezcla por bolsa (42.5 kg de Cemento).*

Componente	Peso por Bolsa (kg)	Proporción
Cemento	42.5	1.00
Agua	20.10	0.47
Agregado Grueso	117.65	2.77
Agregado Fino	80.42	1.89

Se presenta la dosificación de la mezcla por bolsa de cemento de 42.5 kg. Se especifica el peso de cada componente por bolsa (cemento, agua, agregado grueso y agregado fino) junto con su respectiva proporción en relación con el cemento.

#### **ETAPA V: FABRICACIÓN DE CONCRETO**

La producción del hormigón según los parámetros de la mezcla fue el siguiente paso del método empleado. Posteriormente, se moldeó en los moldes adecuados para realizar las pruebas. Estas pruebas fueron necesarias para alcanzar los objetivos del estudio. El procedimiento se completó con éxito, de acuerdo con los requisitos definidos por la norma EM 2016.

Se empleó una báscula de alta precisión para determinar el peso de cada componente de las tres variedades de hormigón: normal, con fibras metálicas y con fibras de polipropileno.

Esta medición permitió determinar el peso de cada componente individual empleando los mismos métodos que se habían detallado previamente para las fibras en el momento de la medición.

La cantidad de mezcladoras y demás instrumentos necesarios, además de los moldes adecuados para la mezcla, se fabricó de acuerdo con la cantidad requerida para cada lote de mezcla. En ese mismo instante, se añadieron al recipiente de mezcla el cemento, el agua, el árido fino y el árido grueso, según el método habitual. También se añadió árido grueso. El tiempo de mezclado se estimó entre dos y tres minutos. Por cada



metro cúbico de hormigón, el tiempo necesario para mezclar el hormigón con nanosilíce se incrementó de tres a cinco minutos, de acuerdo con las normas técnicas. Para garantizar una distribución uniforme del aditivo en toda la mezcla, estas etapas se llevaron a cabo siguiendo las instrucciones proporcionadas.

El siguiente paso fue mezclar el hormigón utilizando los moldes adecuados y verter la mezcla en cada uno de ellos. Esta fue la etapa siguiente. Una vez finalizado el proceso de mezclado, se realizó un análisis microscópico para determinar la cantidad de holgura de la mezcla. Para crear las probetas cilíndricas, el método de preparación consistió en seguir los criterios establecidos en el Anexo 01. Se utilizaron moldes de 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de altura. Estas medidas fueron cruciales para el proceso de producción. Se determinó que una varilla de ocho pulgadas de largo sería la forma más eficaz de lograr la densidad adecuada. Se aplicaron veinticinco golpes a cada una de las tres capas.

Para este experimento, se utilizó un molde cónico truncado para crear el asentamiento del hormigón. El molde tenía un diámetro inferior de veinte centímetros y un diámetro superior de diez centímetros. En total, el molde medía treinta centímetros de altura. Para determinar el asentamiento, se empleó un dispositivo compuesto por una varilla de acero de sesenta centímetros de largo, un diámetro de cinco pulgadas y media, un extremo hemisférico y otros requisitos típicos. De acuerdo con los estándares que estableció la norma EMTC E 705-2016 de 2016, desarrollada a partir de la norma ASTM C 143, se realizó la inspección con base en los requisitos establecidos.

## **ETAPA VI: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Una medida empleada con frecuencia y considerada un componente importante del proceso de diseño es el índice. Este índice se implementa tanto para la construcción de pavimentos como para otros componentes estructurales. El descubrimiento de esta señal es posible gracias al uso de equipos que presionan muestras de hormigón en una sola dirección de presión. La única manera de determinar la resistencia a la compresión de las

muestras es realizar ensayos que determinen la carga máxima que la superficie de las muestras puede resistir. Para determinar la resistencia a la compresión, este es el único método disponible. No existe otra forma de medir con precisión la compresión del hormigón; este procedimiento es el único que lo permite.

En las diversas tareas que se realizan a lo largo del proceso de construcción, los resultados de los ensayos de compresión son fundamentales. Es posible utilizar los datos para planificar acciones como el desencofrado u otros procedimientos una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia deseada. Además, pueden aplicarse para verificar la eficacia de las medidas de control de calidad realizadas en obra y para evaluar el grado de recuperación del edificio. Ambas aplicaciones son posibles. Para alcanzar la máxima resistencia potencial, esto garantiza que el hormigón se mezcló y curó en el período más adecuado posible.

Además, los cálculos pertinentes al proceso de diseño requieren la información obtenida de estos ensayos, lo cual es fundamental. La resistencia a la compresión puede determinarse mediante la siguiente fórmula, aplicable en este caso:

$$F' C(kg/cm^3) = \frac{P}{A}$$

#### Figura 4

*Ubicación de la procedencia de los agregados*



Nota. Rotura de probeta

### 3.7 Procesamiento y análisis de datos

Por lo tanto, el uso de ayudas visuales, tablas y procedimientos matemáticos será crucial para la gestión y evaluación de datos. Al realizar pruebas con métodos fiables que simplifiquen la recopilación de datos, se obtendrán resultados positivos.

#### 3.7.1 Proporciones de plástico reciclado y fibra metálica reciclada

Tabla 14

*Adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada*

Muestras	% de incorporación
MP	0%
MP + 2.5% PR	2.5%
MP + 5.0% PR	5.0%
MP + 7.5% PR	7.5%
MP + 1.0% FMR	1.0%
MP + 2.0% FMR	2.0%
MP + 3.0% FMR	3.0%

Se presentan varias combinaciones de aditivos, como el plástico reciclado en porcentajes del 2.5%, 5%, y 7.5%, así como la fibra metálica reciclada en concentraciones de 1%, 2% y 3%.

#### 3.7.2 Diseño con la inclusión de plástico reciclado y fibra metálica reciclada.

Tabla 15

*Dosificación de la muestra estándar con 2.5% de plástico reciclado.*

Componente	Peso por m <sup>3</sup> (kg)	Peso por Bolsa (kg)
Cemento	366	42.5
Agua	173	20.10
Agregado Grueso	1013	117.65
Agregado Fino	693	80.42
<b>Total</b>	<b>2245</b>	<b>260.67</b>
<i>Plástico Reciclado (kg)</i>	<i>56.125</i>	<i>6.517</i>

Se detallan los pesos por metro cúbico y por bolsa de cemento, agua, agregado grueso, agregado fino, y el plástico reciclado incorporado, mostrando un total de 6.517 kg de plástico reciclado por cada lote.

**Tabla 16**

*Dosificación de la muestra estándar con 5.0% de plástico reciclado*

Componente	Peso por m <sup>3</sup> (kg)	Peso por Bolsa (kg)
Cemento	366	42.5
Agua	173	20.10
Agregado Grueso	1013	117.65
Agregado Fino	693	80.42
<b>Total</b>	<b>2245</b>	<b>260.67</b>
<i>Plástico Reciclado (kg)</i>	112.250	13.034

Se especifican los pesos por metro cúbico y por bolsa de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, así como la cantidad de plástico reciclado incorporado, que es de 13.034 kg por lote.

**Tabla 17**

*Dosificación de la muestra estándar con 7.5% de plástico reciclado*

Componente	Peso por m <sup>3</sup> (kg)	Peso por Bolsa (kg)
Cemento	366	42.5
Agua	173	20.10
Agregado Grueso	1013	117.65
Agregado Fino	693	80.42
<b>Total</b>	<b>2245</b>	<b>260.67</b>
<i>Plástico Reciclado (kg)</i>	168.375	19.550

Se detallan los pesos por metro cúbico y por bolsa de los componentes de la mezcla (cemento, agua, agregado grueso y agregado fino), así como la cantidad de plástico reciclado incorporado, que es de 19.550 kg por lote.

**Tabla 18***Dosificación con 1.0% de fibra metálica reciclada*

Componente	Peso por m <sup>3</sup> (kg)	Peso por Bolsa (kg)
Cemento	366	42.5
Agua	173	20.10
Agregado Grueso	1013	117.65
Agregado Fino	693	80.42
<b>Total</b>	<b>2245</b>	<b>260.67</b>
<i>Fibra Metálica Reciclada (kg)</i>	22.450	2.607

Se presenta la dosificación de la muestra estándar de concreto con un 1.0% de fibra metálica reciclada. Se especifican los pesos por metro cúbico y por bolsa de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, así como la cantidad de fibra metálica reciclada incorporada, que es de 2.607 kg por lote. Estos datos son importantes para analizar cómo la fibra metálica reciclada afecta las propiedades y las proporciones de los componentes en la mezcla de concreto.

**Tabla 19***Dosificación con 2.0% de fibra metálica reciclada.*

Componente	Peso por m <sup>3</sup> (kg)	Peso por Bolsa (kg)
Cemento	366	42.5
Agua	173	20.10
Agregado Grueso	1013	117.65
Agregado Fino	693	80.42
<b>Total</b>	<b>2245</b>	<b>260.67</b>
<i>Fibra Metálica Reciclada (kg)</i>	44.900	5.213

La dosificación de la muestra estándar de concreto con un 2.0% de fibra metálica reciclada, los pesos por metro cúbico y por bolsa de los componentes del concreto (cemento, agua, agregado grueso y agregado fino), junto con la cantidad de fibra metálica reciclada, que es de 5.213 kg por lote. Estos datos son esenciales para evaluar el impacto de la fibra metálica reciclada en las propiedades de la mezcla de concreto.

**Tabla 20***Dosificación con 3.0% de fibra metálica reciclada*

<b>Componente</b>	<b>Peso por m<sup>3</sup> (kg)</b>	<b>Peso por Bolsa (kg)</b>
Cemento	366	42.5
Agua	173	20.10
Agregado Grueso	1013	117.65
Agregado Fino	693	80.42
<b>Total</b>	<b>2245</b>	<b>260.67</b>
<i>Fibra Metálica Reciclada (kg)</i>	67.350	7.820

Se muestra la dosificación de la muestra estándar de concreto con un 3.0% de fibra metálica reciclada. Se especifican los pesos por metro cúbico y por bolsa de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, así como la cantidad de fibra metálica reciclada incorporada, que es de 7.820 kg por lote. Estos valores son clave para analizar cómo la fibra metálica reciclada influye en la mezcla y las propiedades finales del concreto.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados Obtenidos

Nuestra principal preocupación inicial fue determinar el orden en que debíamos llevar a cabo nuestra investigación para obtener los resultados óptimos. Posteriormente, la información recopilada se sometió a una investigación y un análisis exhaustivos. Nuestro equipo procedió a realizar un examen e interpretación más exhaustivos del material recopilado.

El estudio y las pruebas realizadas tuvieron como objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los áridos, así como la calidad de la mezcla utilizada. Durante este período, concebimos y llevamos a cabo las investigaciones mencionadas. Según los hallazgos, la combinación también demostró ser de una calidad considerable. Estos componentes influyen en la composición de la mezcla a la que contribuyen. De acuerdo con los hallazgos de experimentos que se llevaron a cabo para determinar la resistencia a la compresión del hormigón, un enfoque que podría aplicarse para aumentar la resistencia del hormigón es la incorporación de plástico reciclado y fibras metálicas recicladas a la mezcla.

#### 4.1.1 Efecto de plástico reciclado y fibra metálica reciclada sobre el asentamiento del concreto de alta resistencia

Se realizó una investigación sobre la consolidación de hormigón de alta resistencia con metal reciclado y fibra plástica utilizando el cono de Abrams. La razón explícita de esta medida fue el objetivo declarado.

**Tabla 21**

*Asentamiento de la MP.*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar	3.75
Muestra estándar	3.69
Muestra estándar	3.72
<b>Promedio</b>	<b>3.72</b>

Nota. Laboratorio.

Se presenta el asentamiento del concreto patrón (MP). Se muestra el rango específico de asentamiento en pulgadas (3.75 y 3-4 pulgadas) y los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, con un promedio de 3.72 pulgadas.

**Tabla 22**

*Asentamiento de la MP + 2.5% de plástico reciclado*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar + 2.5% de plástico reciclado	3.55
Muestra estándar + 2.5% de plástico reciclado	3.48
Muestra estándar + 2.5% de plástico reciclado	3.51
<b>Promedio</b>	<b>3.51</b>

Nota. Laboratorio.

Se muestra el asentamiento del concreto patrón con un 2.5% de plástico reciclado. Se especifica el rango de asentamiento en pulgadas (3.55 y 3-4 pulgadas), con los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, obteniendo un promedio de 3.51 pulgadas.

**Tabla 23***Asentamiento de la MP + 5% de plástico reciclado*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar + 5.0% de plástico reciclado	3.14
Muestra estándar + 5.0% de plástico reciclado	3.15
Muestra estándar + 5.0% de plástico reciclado	3.11
<b>Promedio</b>	<b>3.13</b>

Nota. Laboratorio.

Se muestra el asentamiento del concreto patrón con un 5.0% de plástico reciclado. Se indica el rango de asentamiento en pulgadas (3.14 y 3-4 pulgadas), con los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, obteniendo un promedio de 3.13 pulgadas. Estos resultados permiten evaluar el impacto de la adición de plástico reciclado en la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 24***Asentamiento de la MP + 7.5% de plástico reciclado*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar + 7.5% de plástico reciclado	2.94
Muestra estándar + 7.5% de plástico reciclado	2.91
Muestra estándar + 7.5% de plástico reciclado	2.92
<b>Promedio</b>	<b>2.92</b>

Nota. Laboratorio.

Se muestra el asentamiento del concreto patrón con un 7.5% de plástico reciclado. Se especifica el rango de asentamiento en pulgadas (2.94 y 3-4 pulgadas), con los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, obteniendo un promedio de 2.92 pulgadas. Estos resultados ayudan a evaluar cómo la incorporación de un mayor porcentaje de plástico reciclado afecta la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 25***Asentamiento de la MP + 1.0% de fibra metálica reciclada*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar + 1.0% de fibra metálica reciclada	3.41
Muestra estándar + 1.0% de fibra metálica reciclada	3.38
Muestra estándar + 1.0% de fibra metálica reciclada	3.4
<b>Promedio</b>	<b>3.40</b>

Nota. Laboratorio.

Se presenta el asentamiento del concreto patrón con un 1.0% de fibra metálica reciclada. Se muestra el rango de asentamiento en pulgadas (3.41 y 3-4 pulgadas), con los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, resultando en un promedio de 3.40 pulgadas. Estos datos son esenciales para evaluar el impacto de la fibra metálica reciclada en la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 26***Asentamiento de la MP + 2.0% de fibra metálica reciclada*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar + 2.0% de fibra metálica reciclada	2.98
Muestra estándar + 2.0% de fibra metálica reciclada	2.99
Muestra estándar + 2.0% de fibra metálica reciclada	2.94
<b>Promedio</b>	<b>2.97</b>

Nota. Laboratorio.

Se muestra el asentamiento del concreto patrón con un 2.0% de fibra metálica reciclada. Se especifica el rango de asentamiento en pulgadas (2.98 y 3-4 pulgadas), con los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, obteniendo un promedio de 2.97 pulgadas. Estos resultados permiten evaluar cómo la incorporación de fibra metálica reciclada afecta la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 27***Asentamiento de la MP + 3.0% de fibra metálica reciclada*

Descripción	Asentamiento
Muestra estándar + 3.0% de fibra metálica reciclada	2.68
Muestra estándar + 3.0% de fibra metálica reciclada	2.72
Muestra estándar + 3.0% de fibra metálica reciclada	2.69
<b>Promedio</b>	<b>2.70</b>

Nota. Laboratorio.

Se presenta el asentamiento del concreto patrón con un 3.0% de fibra metálica reciclada. Se especifica el rango de asentamiento en pulgadas (2.68 y 3-4 pulgadas), con los valores de slump obtenidos para tres muestras de concreto, obteniendo un promedio de 2.70 pulgadas. Estos resultados permiten analizar cómo la adición de fibra metálica reciclada influye en la trabajabilidad del concreto.

#### 4.1.1.1 Comparativos de consistencia con PR y FMR

**Tabla 28***Comparación de asentamientos promedio*

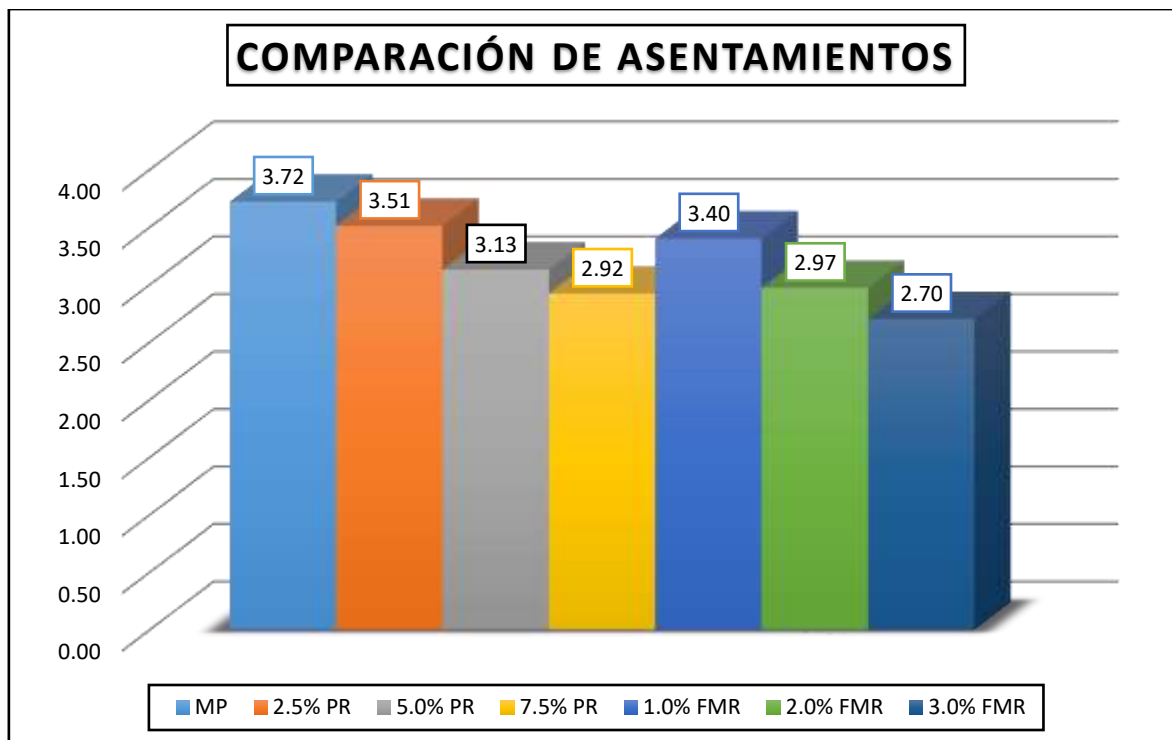
Descripción de la muestra	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (plg.)
MP		3.72
2.5% PR		3.51
5.0% PR		3.13
7.5% PR	210	2.92
1.0% FMR		3.40
2.0% FMR		2.97
3.0% FMR		2.70

Nota. Elaboración propia.

Se presenta un cuadro comparativo de los asentamientos promedio de las muestras con diferentes porcentajes de aditivos reciclados, como plástico reciclado (PR) y fibra metálica reciclada (FMR). Todos los concretos tienen una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> (f'c). Se muestran los valores de slump para cada mezcla, destacando que el concreto con 7.5% de plástico reciclado (PR) presenta el menor asentamiento promedio de 2.92 pulgadas.

**Figura 5**

*Asentamiento del concreto, valores (promedio)*



Nota. Elaboración propia.

Se presenta un gráfico de barras que compara los valores promedio de asentamiento para las diferentes muestras de concreto. Los resultados muestran cómo el asentamiento disminuye con el aumento de la incorporación de plástico reciclado (PR) y fibra metálica reciclada (FMR), destacándose la muestra con 7.5% de plástico reciclado como la de menor asentamiento (2.92 pulgadas). Los valores de slump también indican una tendencia a la disminución conforme aumenta la proporción de aditivos reciclados.

### 4.1.2 Resistencia a compresión del concreto.

**Tabla 29**

*Esfuerzo muestra estándar MP, durante 7 días.*

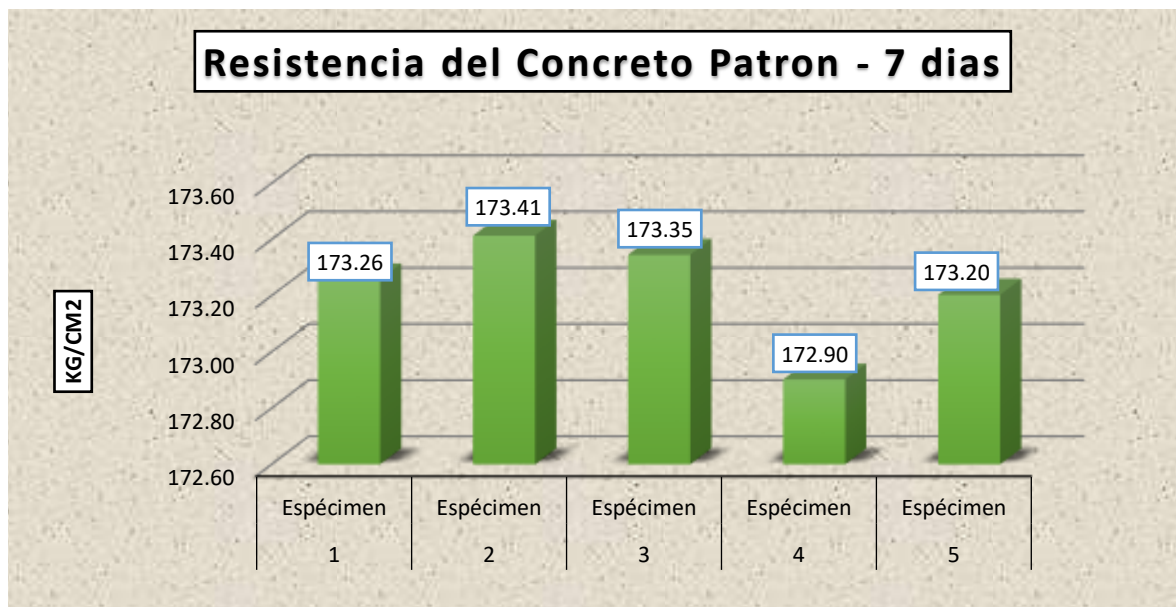
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M - P	30658	173.26	7	173.22 kg/cm <sup>2</sup>
2 M - P	30563	173.41		
3 M - P	30551	173.35		
4 M - P	30595	172.90		
5 M - P	30526	173.20		

Nota. Laboratorio.

La tabla presenta los resultados de la fuerza de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>) de las muestras estándar de concreto a los 7 días, con valores que varían entre 172.90 y 173.41 Kg/cm<sup>2</sup>. El promedio general de la fuerza de ruptura es de 173.22 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 6**

*Desempeño del concreto M-P, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

El promedio de la resistencia de las cinco muestras es de 173.22 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 30**

*Esfuerzo muestra estándar MP, durante 14 días.*

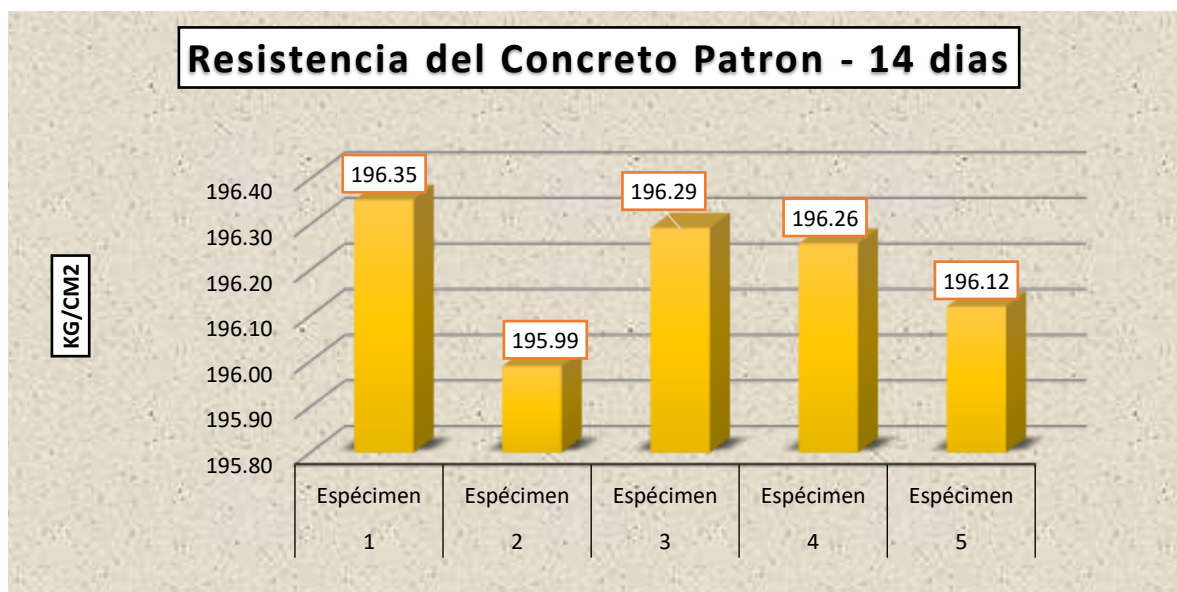
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M - P	34745	196.35		
2 M - P	34542	195.99		
3 M - P	34734	196.29	14	196.20 kg/cm <sup>2</sup>
4 M - P	34728	196.26		
5 M - P	34565	196.12		

Nota. Laboratorio.

La tabla presenta los resultados del esfuerzo de las muestras estándar de concreto a los 14 días, con las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 195.99 y 196.35 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 196.20 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 7**

*Desempeño del concreto M-P, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

Se muestra el gráfico de barras que representa la resistencia del concreto patrón a los 14 días, con valores que varían entre 195.99 y 196.35 Kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de la resistencia es de 196.20 Kg/cm<sup>2</sup>, destacando el primer espécimen con la mayor resistencia.

**Tabla 31**

*Esfuerzo muestra estándar MP, durante 28 días.*

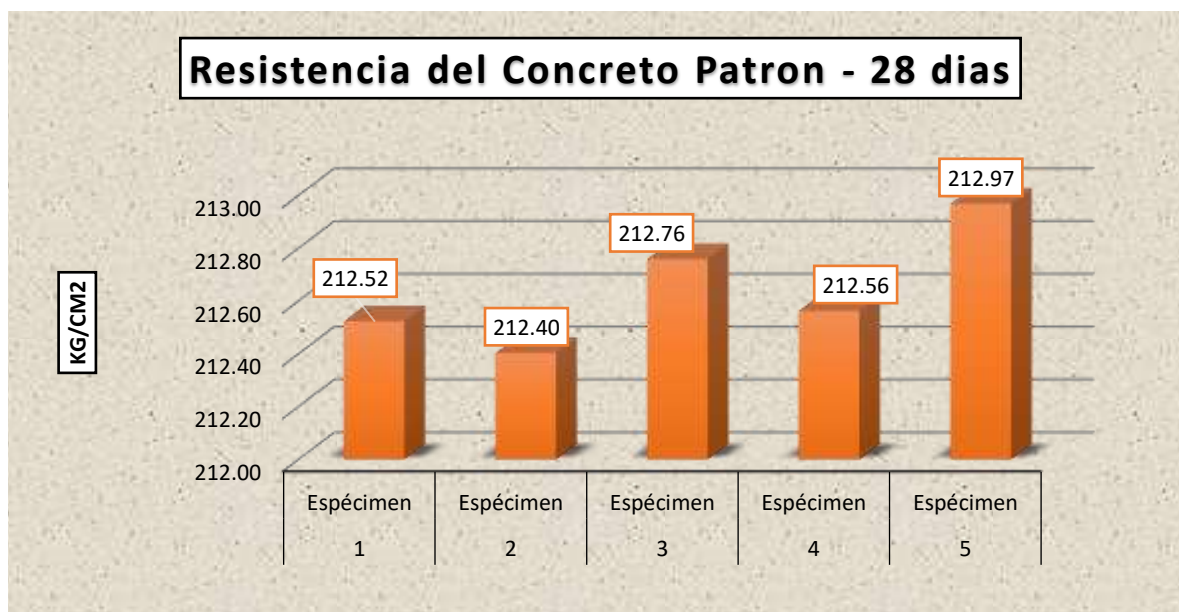
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M - P	37456	212.52	28	212.64 kg/cm <sup>2</sup>
2 M - P	37635	212.40		
3 M - P	37698	212.76		
4 M - P	37463	212.56		
5 M - P	37685	212.97		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras estándar de concreto a los 28 días, con las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 212.40 y 212.97 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 212.64 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 8**

*Desempeño del concreto M-P, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

El gráfico de barras que representa la resistencia del concreto patrón a los 28 días, con valores que varían entre 212.40 y 212.97 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 muestra la mayor resistencia, alcanzando 212.97 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.1 Resistencia MP con 2.5% de plástico reciclado.

**Tabla 32**

*Esfuerzo muestra + 2.5% de plástico reciclado, durante 7 días.*

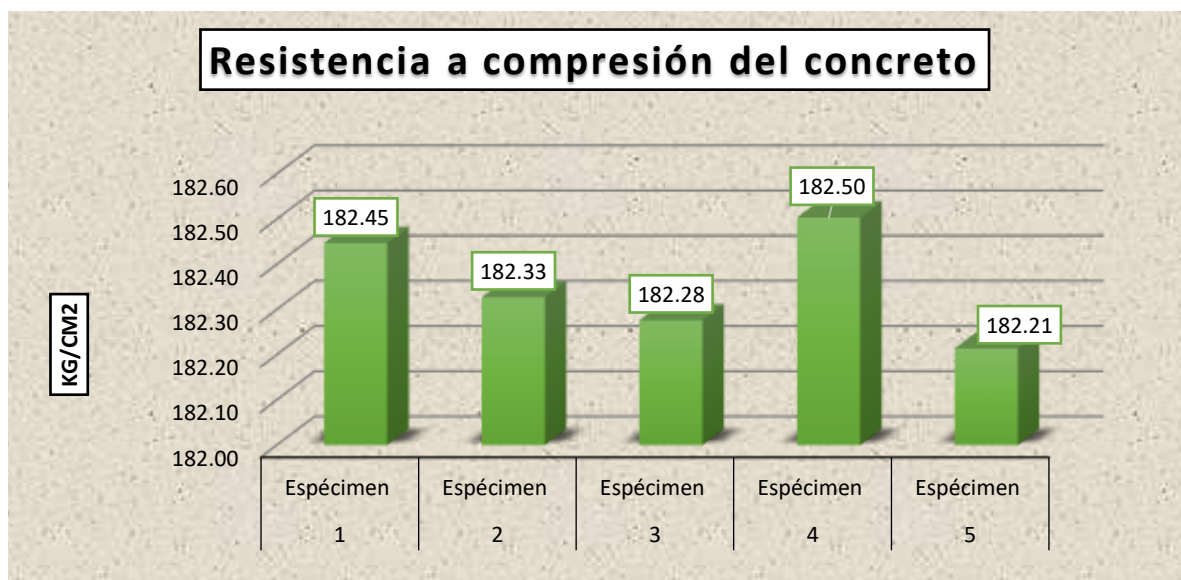
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	32284	182.45		
2 M + P.R.	32134	182.33		
3 M + P.R.	32125	182.28	7	182.35 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	32294	182.50		
5 M + P.R.	32114	182.21		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con un 2.5% de plástico reciclado a los 7 días, indicando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 182.21 y 182.50 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 182.35 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 9**

*Desempeño del concreto + 2.5% de plástico reciclado, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia de las muestras con 2.5% de plástico reciclado a los 7 días, con valores que oscilan entre 182.21 y 182.50 Kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de la resistencia es de 182.35 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33**

*Esfuerzo muestra + 2.5% de plástico reciclado, durante 14 días.*

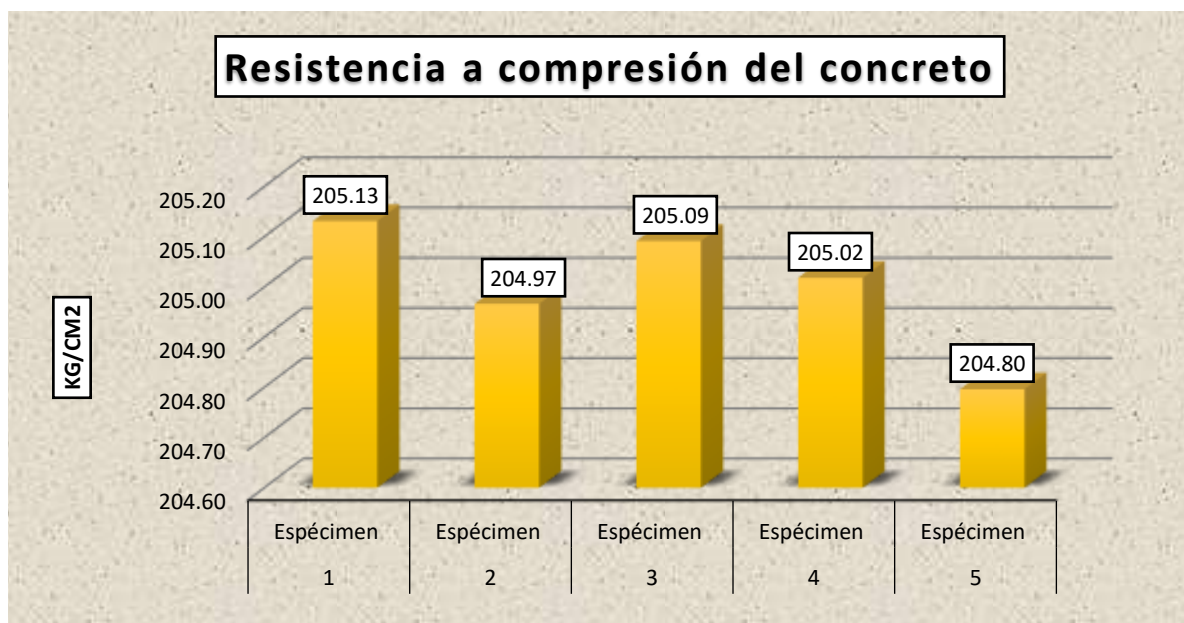
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	36298	205.13		
2 M + P.R.	36124	204.97		
3 M + P.R.	36291	205.09	14	205.00 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	36278	205.02		
5 M + P.R.	36094	204.80		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 2.5% de plástico reciclado a los 14 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 204.80 y 205.13 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 205.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 10**

*Desempeño del concreto + 2.5% de plástico reciclado, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La barra presenta la resistencia a compresión del concreto con 2.5% de plástico reciclado a los 14 días, con valores entre 204.80 y 205.13 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34**

*Esfuerzo muestra + 2.5% de plástico reciclado, durante 28 días.*

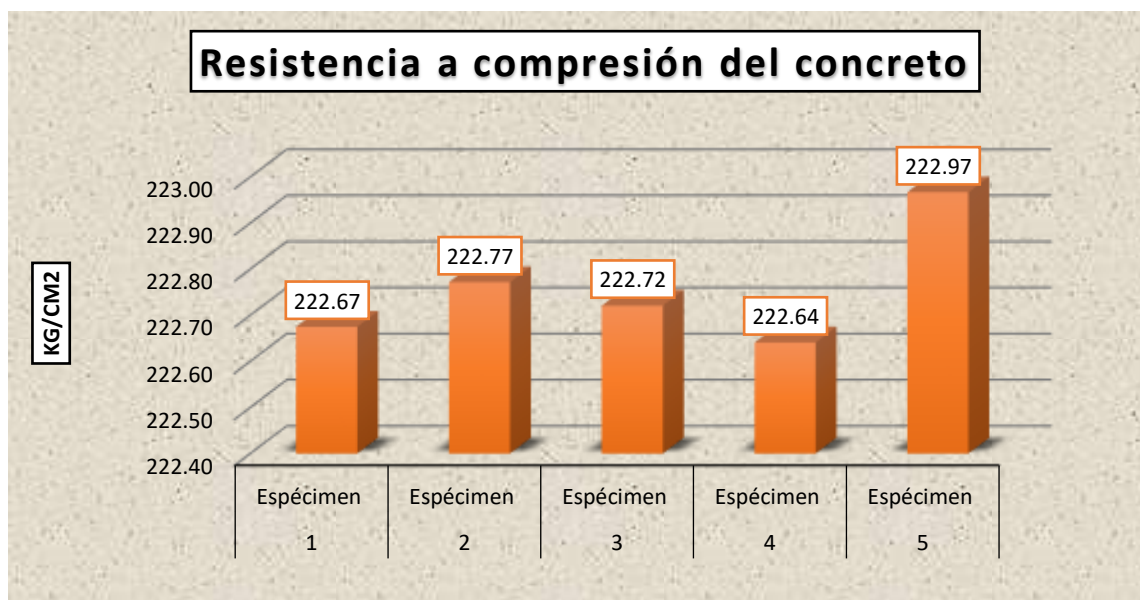
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	39245	222.67		
2 M + P.R.	39472	222.77		
3 M + P.R.	39463	222.72	28	222.75 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	39239	222.64		
5 M + P.R.	39454	222.97		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 2.5% de plástico reciclado a los 28 días, indicando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 222.64 y 222.97 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 222.75 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 11**

*Desempeño del concreto + 2.5% de plástico reciclado, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 2.5% de plástico reciclado a los 28 días, con valores entre 222.64 y 222.97 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 222.97 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.2 Resistencia MP con 5% de plástico reciclado.

**Tabla 35**

*Esfuerzo muestra + 5% de plástico reciclado, durante 7 días.*

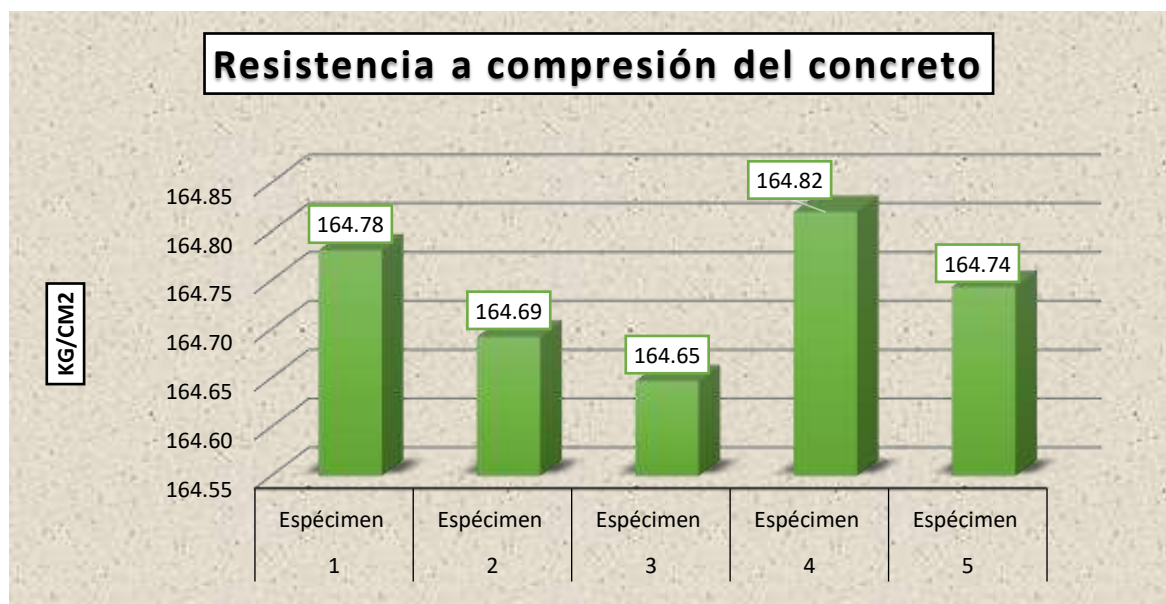
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	29158	164.78		
2 M + P.R.	29026	164.69		
3 M + P.R.	29018	164.65	7	164.74 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	29165	164.82		
5 M + P.R.	29035	164.74		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 5% de plástico reciclado a los 7 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 164.65 y 164.82 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 164.74 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 12**

*Desempeño del concreto + 5% de plástico reciclado, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La la resistencia del concreto con 5% de plástico reciclado a los 7 días, con valores que varían entre 164.65 y 164.82 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36**

*Esfuerzo muestra + 5% de plástico reciclado, durante 14 días.*

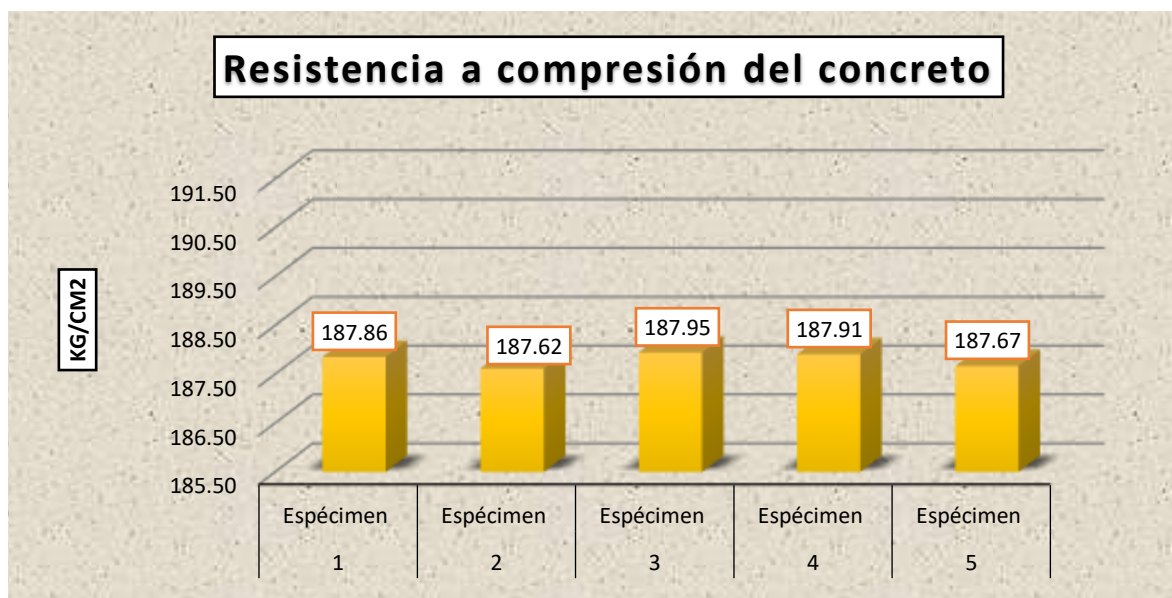
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	33241	187.86		
2 M + P.R.	33067	187.62		
3 M + P.R.	33257	187.95	14	187.80 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	33251	187.91		
5 M + P.R.	33076	187.67		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 5% de plástico reciclado a los 14 días, indicando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 187.62 y 187.95 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 187.80 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 13**

*Desempeño del concreto + 5% de plástico reciclado, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 5% de plástico reciclado a los 14 días, con valores entre 187.62 y 187.95 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 37**

*Esfuerzo muestra + 5% de plástico reciclado, durante 28 días.*

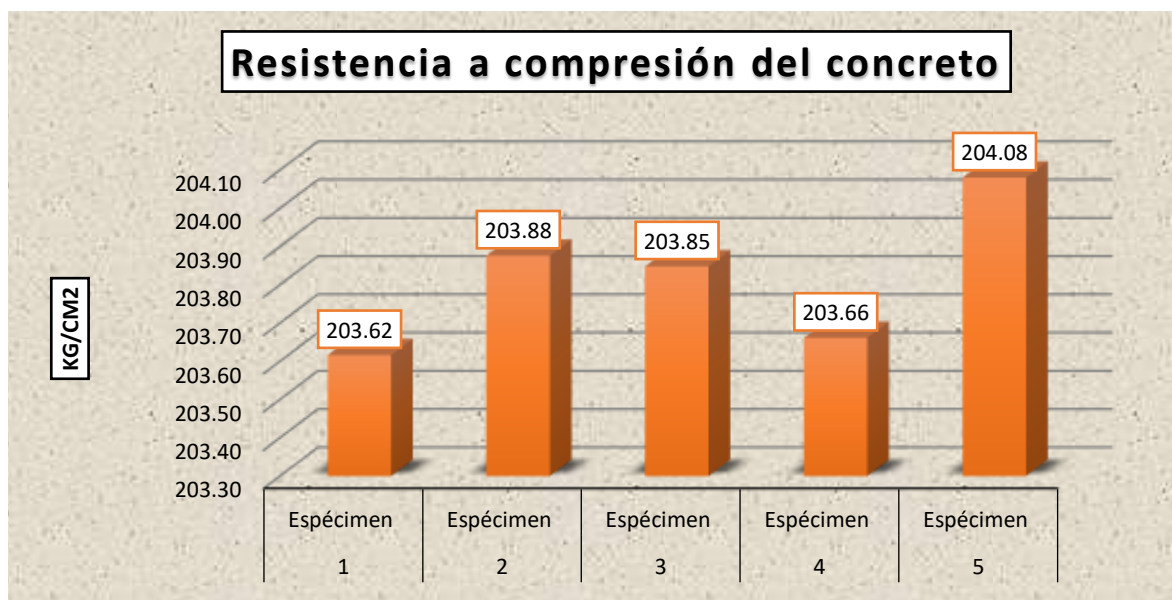
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	35886	203.62	28	203.82 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + P.R.	36124	203.88		
3 M + P.R.	36119	203.85		
4 M + P.R.	35894	203.66		
5 M + P.R.	36112	204.08		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 5% de plástico reciclado a los 28 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 203.62 y 204.08 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 203.82 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 14**

*Desempeño del concreto + 5% de plástico reciclado, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 5% de plástico reciclado a los 28 días, con valores entre 203.62 y 204.08 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.3 Resistencia MP con 7.5% de plástico reciclado.

**Tabla 38**

*Esfuerzo muestra + 7.5% de plástico reciclado, durante 7 días.*

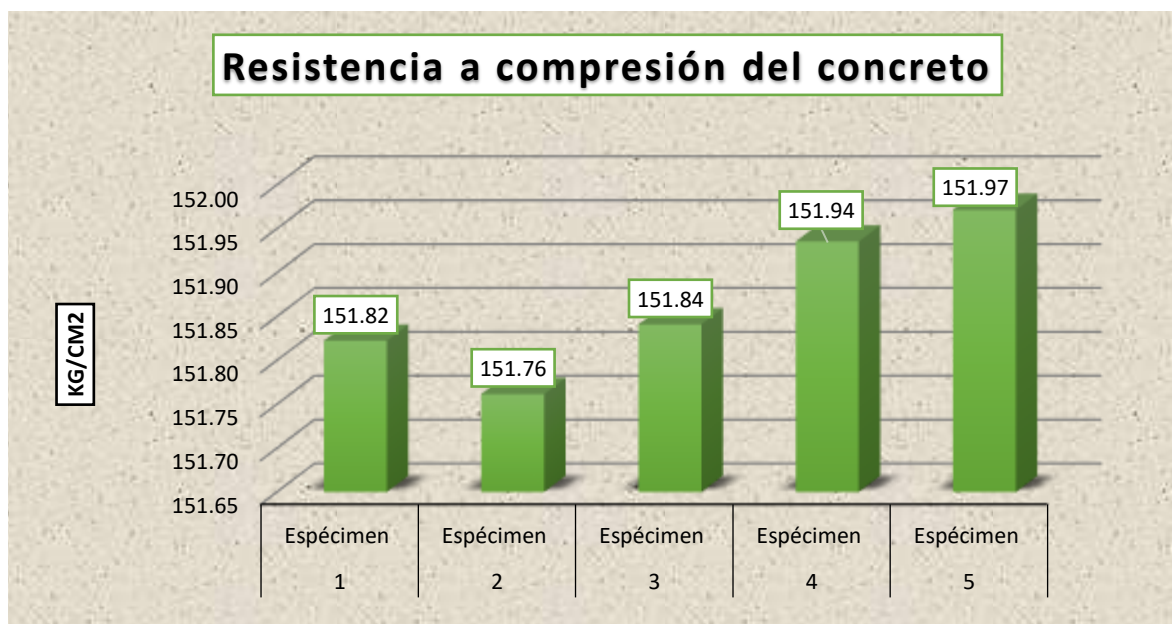
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	26865	151.82		
2 M + P.R.	26747	151.76		
3 M + P.R.	26761	151.84	7	151.87 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	26885	151.94		
5 M + P.R.	26784	151.97		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 7.5% de plástico reciclado a los 7 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 151.76 y 151.97 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 151.87 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 15**

*Desempeño del concreto + 7.5% de plástico reciclado, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 7.5% de plástico reciclado a los 7 días, con valores entre 151.76 y 151.97 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 151.97 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 39**

*Esfuerzo muestra + 7.5% de plástico reciclado, durante 14 días.*

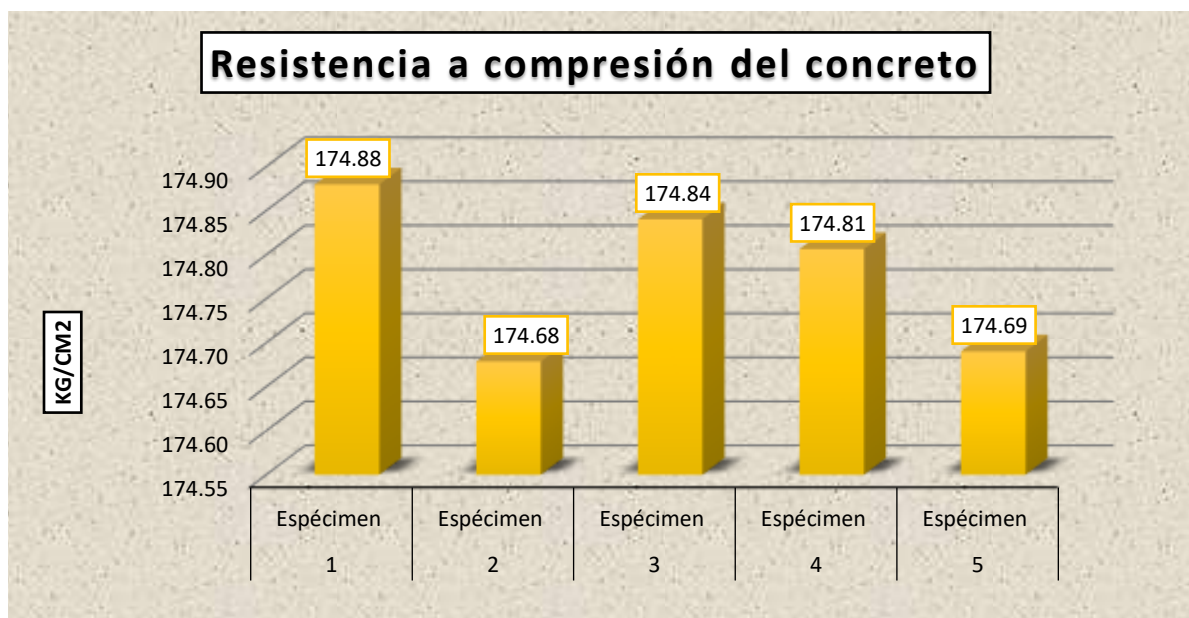
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	30945	174.88		
2 M + P.R.	30786	174.68		
3 M + P.R.	30938	174.84	14	174.78 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	30932	174.81		
5 M + P.R.	30788	174.69		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 7.5% de plástico reciclado a los 14 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 174.68 y 174.88 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 174.78 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 16**

*Desempeño del concreto + 7.5% de plástico reciclado, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 7.5% de plástico reciclado a los 14 días, con valores entre 174.68 y 174.88 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 1 presenta la mayor resistencia con 174.88 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 40**

*Esfuerzo muestra + 7.5% de plástico reciclado, durante 28 días.*

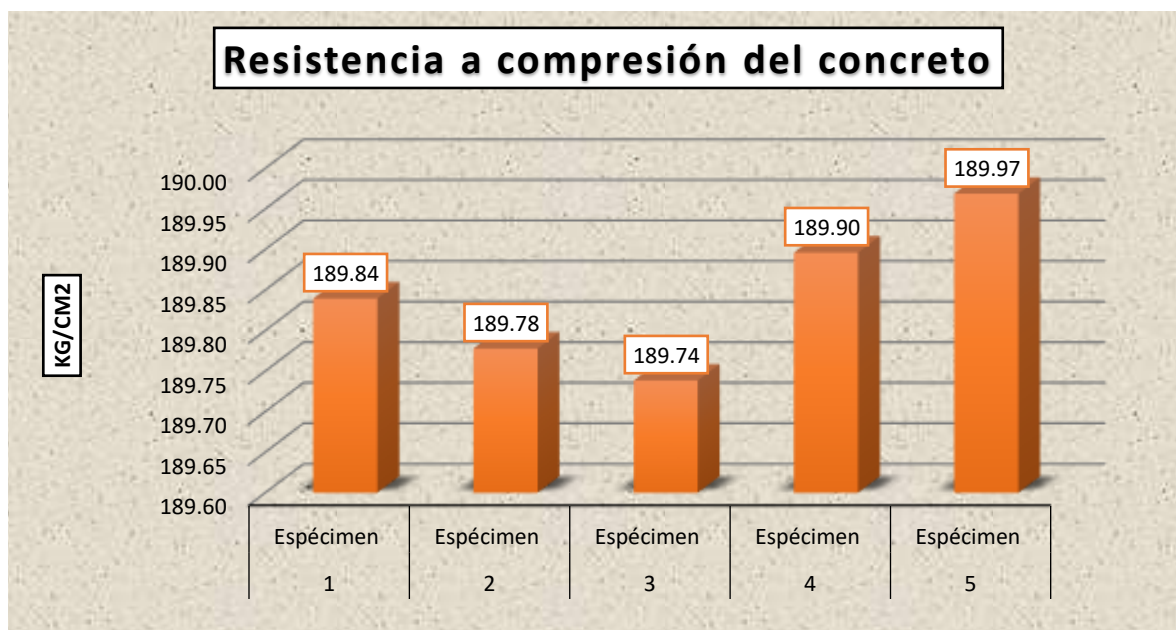
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + P.R.	33458	189.84		
2 M + P.R.	33626	189.78		
3 M + P.R.	33619	189.74	28	189.84 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + P.R.	33468	189.90		
5 M + P.R.	33615	189.97		

Nota. Laboratorio.

Los del esfuerzo de las muestras con 7.5% de plástico reciclado a los 28 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 189.74 y 189.97 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 189.84 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 17**

*Desempeño del concreto + 7.5% de plástico reciclado, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 7.5% de plástico reciclado a los 28 días, con valores entre 189.74 y 189.97 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 189.97 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.4 Resistencia MP con 1.0% de fibra metálica reciclada.

**Tabla 41**

*Esfuerzo muestra + 1% de fibra metálica reciclada, durante 7 días.*

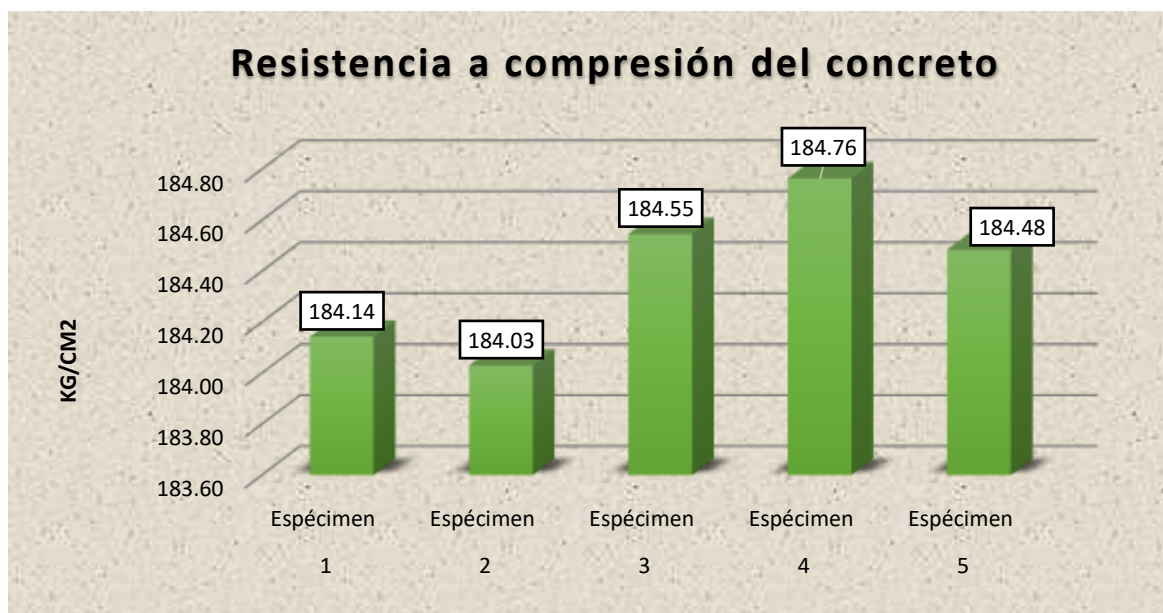
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	32584	184.14		
2 M + F.R.	32434	184.03		
3 M + F.R.	32525	184.55	7	184.39 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + F.R.	32694	184.76		
5 M + F.R.	32514	184.48		

Nota. Laboratorio.

Los resultados del esfuerzo de las muestras con 1% de fibra metálica reciclada a los 7 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 184.03 y 184.76 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 184.39 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 18**

*Desempeño del concreto + 1.0% de fibra metálica reciclada, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 1% de fibra metálica reciclada en 7 días, con valores entre 184.03 y 184.76 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 4 presenta la mayor resistencia con 184.76 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 42**

*Esfuerzo muestra + 1% de fibra metálica reciclada, durante 14 días.*

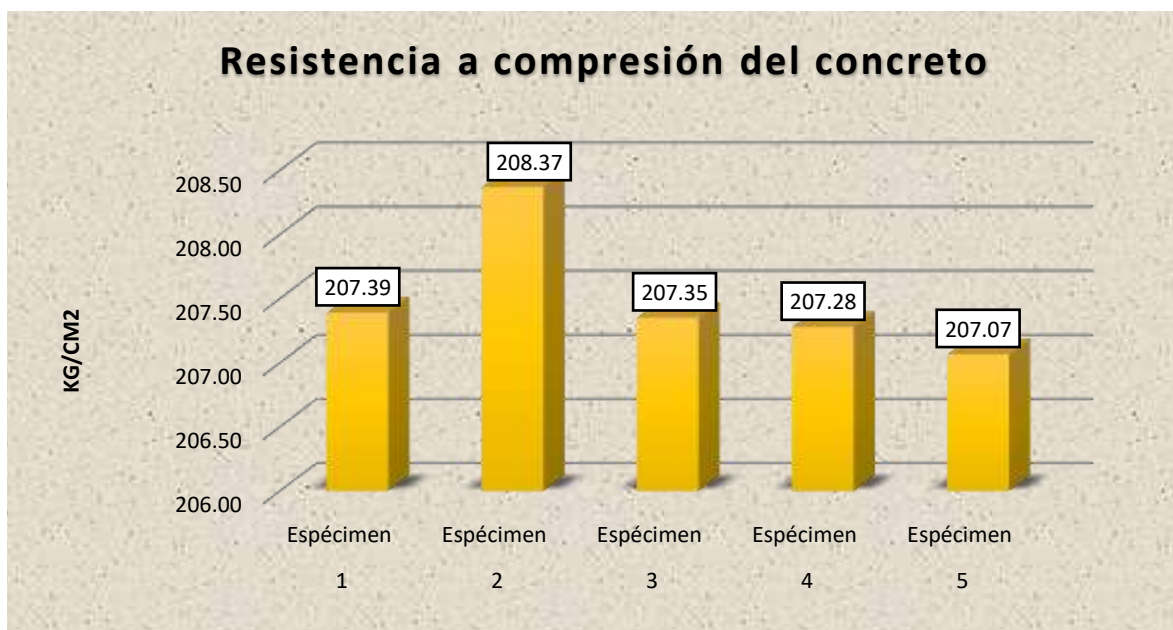
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	36698	207.39	14	207.49 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	36724	208.37		
3 M + F.R.	36691	207.35		
4 M + F.R.	36678	207.28		
5 M + F.R.	36494	207.07		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 1% de fibra metálica reciclada a los 14 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 207.07 y 208.37 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 207.49 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 19**

*Desempeño del concreto + 1.0% de fibra metálica reciclada, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 1% de fibra metálica reciclada en 14 días, con valores entre 207.07 y 208.37 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 2 presenta la mayor resistencia con 208.37 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 43**

*Esfuerzo muestra + 1% de fibra metálica reciclada, durante 28 días.*

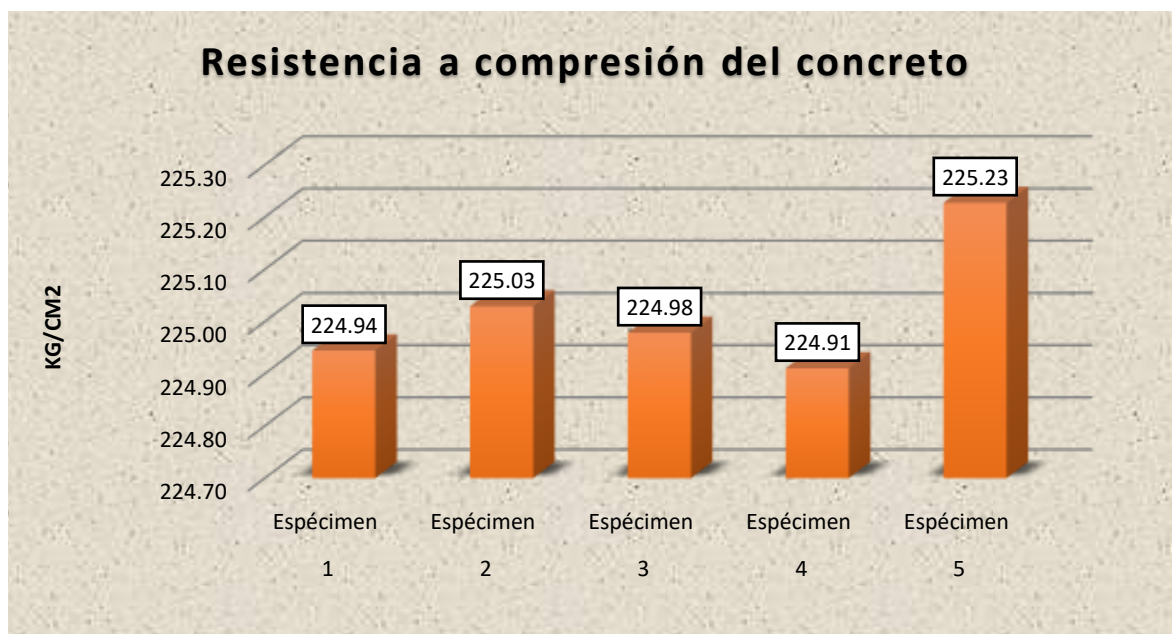
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	39645	224.94	28	225.02 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	39872	225.03		
3 M + F.R.	39863	224.98		
4 M + F.R.	39639	224.91		
5 M + F.R.	39854	225.23		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 1% de fibra metálica reciclada a los 28 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 224.91 y 225.23 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 225.02 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 20**

*Desempeño del concreto + 1.0% de fibra metálica reciclada, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 1% de fibra metálica reciclada en 28 días, con valores entre 224.91 y 225.23 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 225.23 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.5 Resistencia MP con 2% de fibra metálica reciclada.

**Tabla 44**

*Esfuerzo muestra + 2% de fibra metálica reciclada, durante 7 días.*

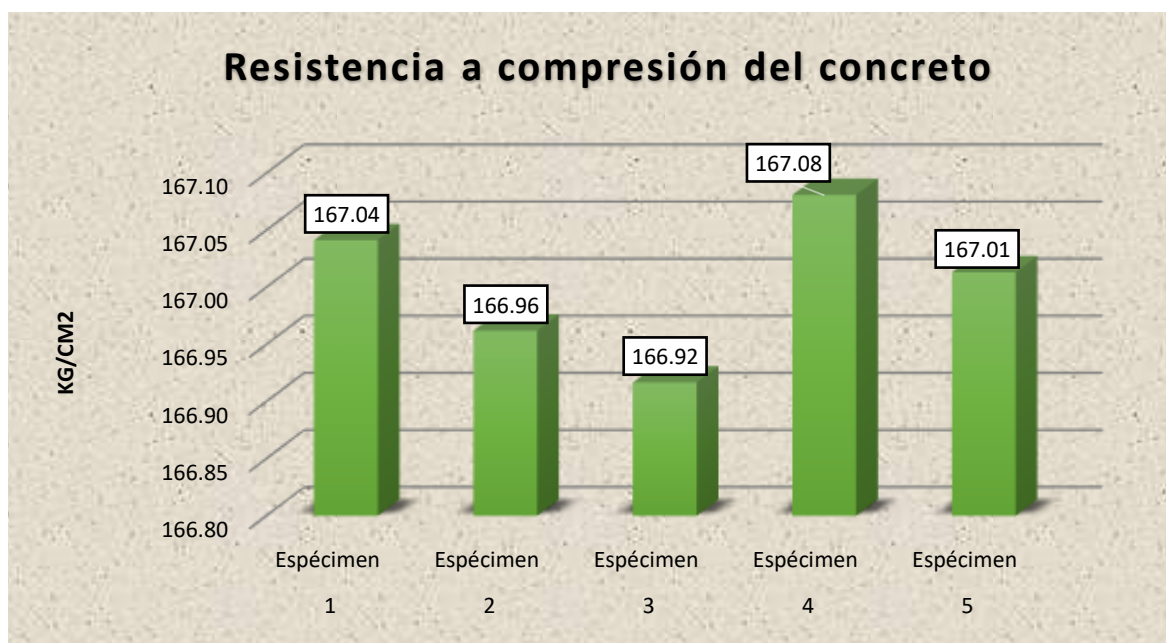
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	29558	167.04	7	167 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	29426	166.96		
3 M + F.R.	29418	166.92		
4 M + F.R.	29565	167.08		
5 M + F.R.	29435	167.01		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 2% de fibra metálica reciclada a los 7 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 166.92 y 167.08 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 167 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 21**

*Desempeño del concreto + 2% de fibra metálica reciclada, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 2% de fibra metálica reciclada en 7 días, con valores entre 166.92 y 167.08 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 4 presenta la mayor resistencia con 167.08 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 45**

*Esfuerzo muestra + 2% de fibra metálica reciclada, durante 14 días.*

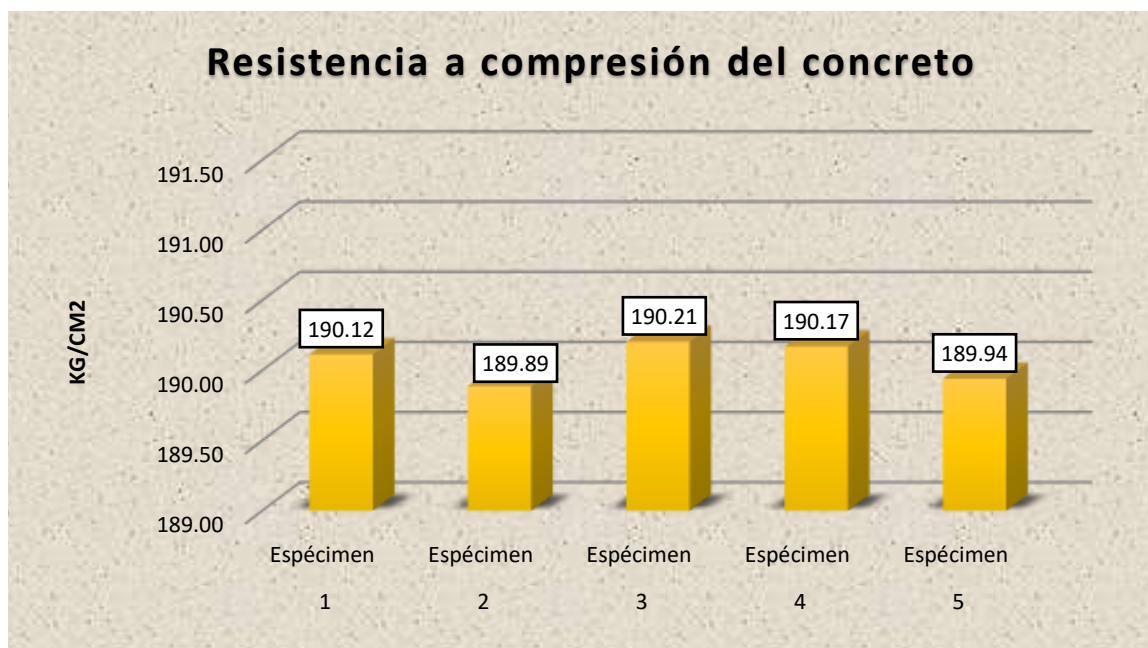
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	33641	190.12		
2 M + F.R.	33467	189.89		
3 M + F.R.	33657	190.21	14	190.07 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + F.R.	33651	190.17		
5 M + F.R.	33476	189.94		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 2% de fibra metálica reciclada a los 14 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 189.89 y 190.21 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 190.07 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 22**

*Desempeño del concreto + 2% de fibra metálica reciclada, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 2% de fibra metálica reciclada en 14 días, con valores entre 189.89 y 190.21 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 3 presenta la mayor resistencia con 190.21 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 46**

*Esfuerzo muestra + 2% de fibra metálica reciclada, durante 28 días.*

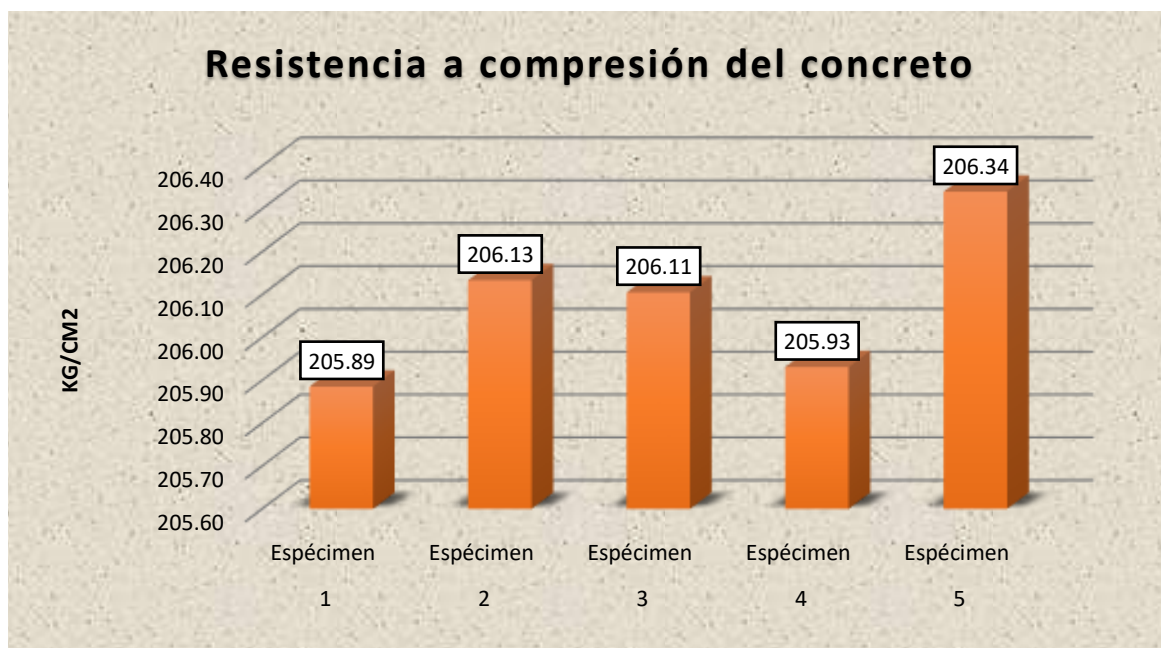
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	36286	205.89		
2 M + F.R.	36524	206.13		
3 M + F.R.	36519	206.11	28	206.08 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + F.R.	36294	205.93		
5 M + F.R.	36512	206.34		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 2% de fibra metálica reciclada a los 28 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura varían entre 205.89 y 206.34 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 206.08 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 23**

*Desempeño del concreto + 2% de fibra metálica reciclada, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 2% de fibra metálica reciclada en 28 días, con valores entre 205.89 y 206.34 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 206.34 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.6 Resistencia MP con 3% de fibra metálica reciclada.

**Tabla 47**

*Esfuerzo muestra + 3% de fibra metálica reciclada, durante 7 días.*

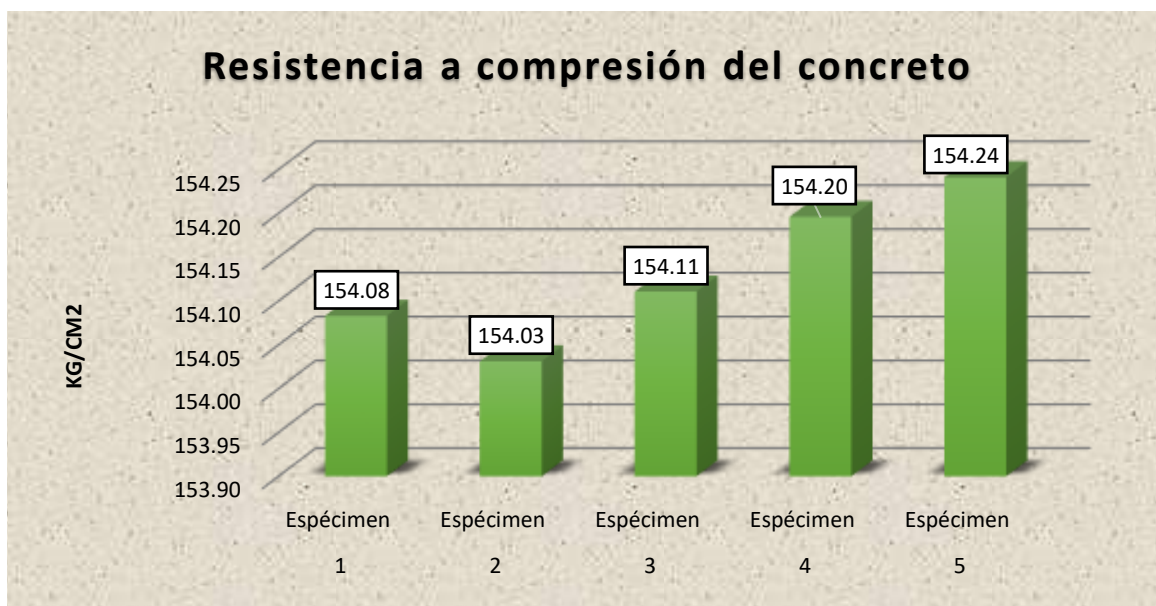
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	27265	154.08		
2 M + F.R.	27147	154.03		
3 M + F.R.	27161	154.11	7	154.13 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + F.R.	27285	154.20		
5 M + F.R.	27184	154.24		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 3% de fibra metálica reciclada a los 7 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 154.08 y 154.24 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 154.13 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 24**

*Desempeño del concreto + 3% de fibra metálica reciclada, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 3% de fibra metálica reciclada en 7 días, con valores entre 154.03 y 154.24 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 154.24 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 48**

*Esfuerzo muestra + 3% de fibra metálica reciclada, durante 14 días.*

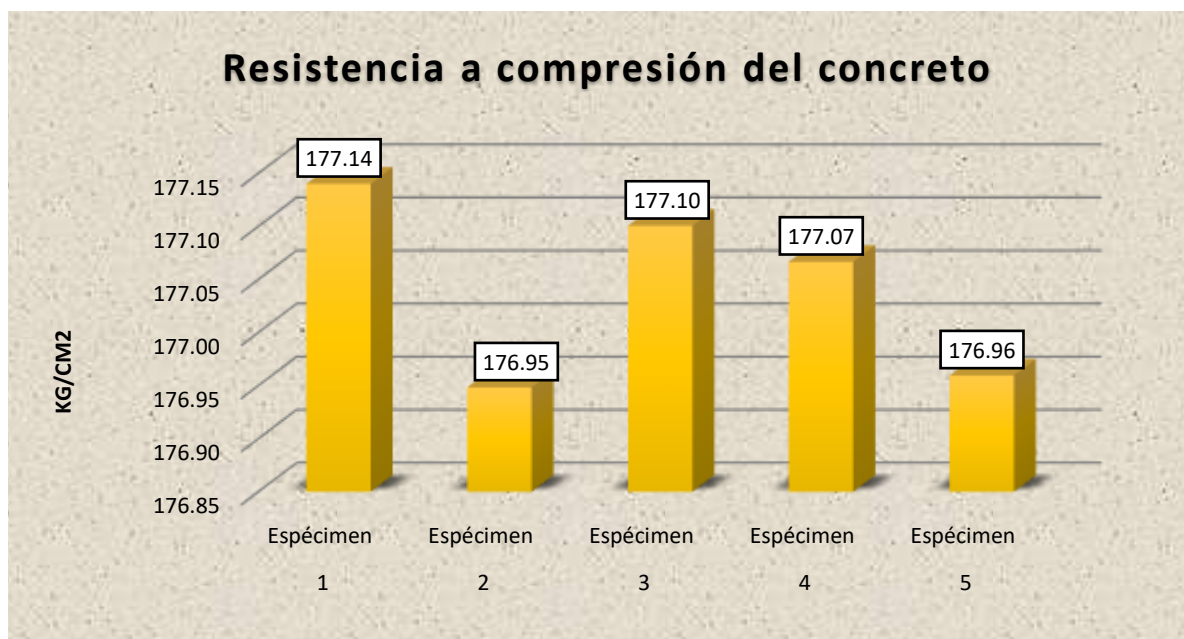
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	31345	177.14	14	177.04 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	31186	176.95		
3 M + F.R.	31338	177.10		
4 M + F.R.	31332	177.07		
5 M + F.R.	31188	176.96		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 3% de fibra metálica reciclada a los 14 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 176.96 y 177.14 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 177.04 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 25**

*Desempeño del concreto + 3% de fibra metálica reciclada, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 3% de fibra metálica reciclada en 14 días, con valores entre 176.95 y 177.14 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 1 presenta la mayor resistencia con 177.14 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 49**

*Esfuerzo muestra + 3% de fibra metálica reciclada, durante 28 días.*

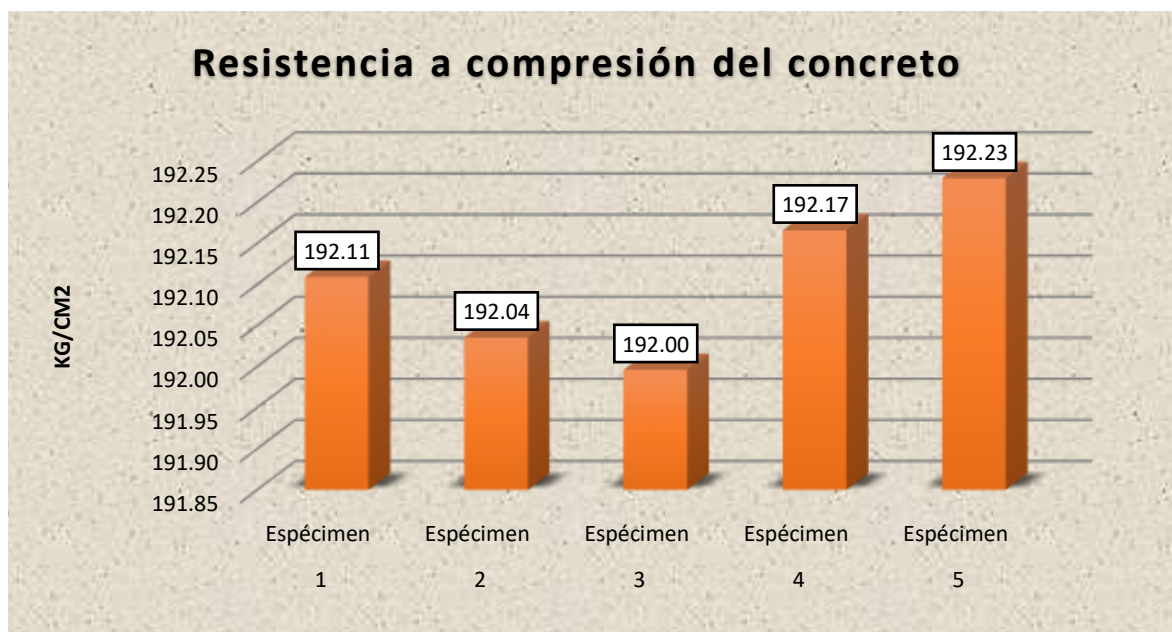
MUESTRA	CARGA (Kg)	FUERZA R. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAS	PROMEDIO
1 M + F.R.	33858	192.11		
2 M + F.R.	34026	192.04		
3 M + F.R.	34019	192.00	28	192.11 kg/cm <sup>2</sup>
4 M + F.R.	33868	192.17		
5 M + F.R.	34015	192.23		

Nota. Laboratorio.

El esfuerzo de las muestras con 3% de fibra metálica reciclada a los 28 días, mostrando las cargas aplicadas y las fuerzas de ruptura (Kg/cm<sup>2</sup>). Los valores de la fuerza de ruptura oscilan entre 192.00 y 192.23 Kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 192.11 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 26**

*Desempeño del concreto + 3% de fibra metálica reciclada, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La resistencia del concreto con 3% de fibra metálica reciclada en 28 días, con valores entre 192.00 y 192.23 Kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen 5 presenta la mayor resistencia con 192.23 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.3 Resistencia a Flexión del Concreto

**Tabla 50**

*Flexión muestra estándar en 7 días de secado.*

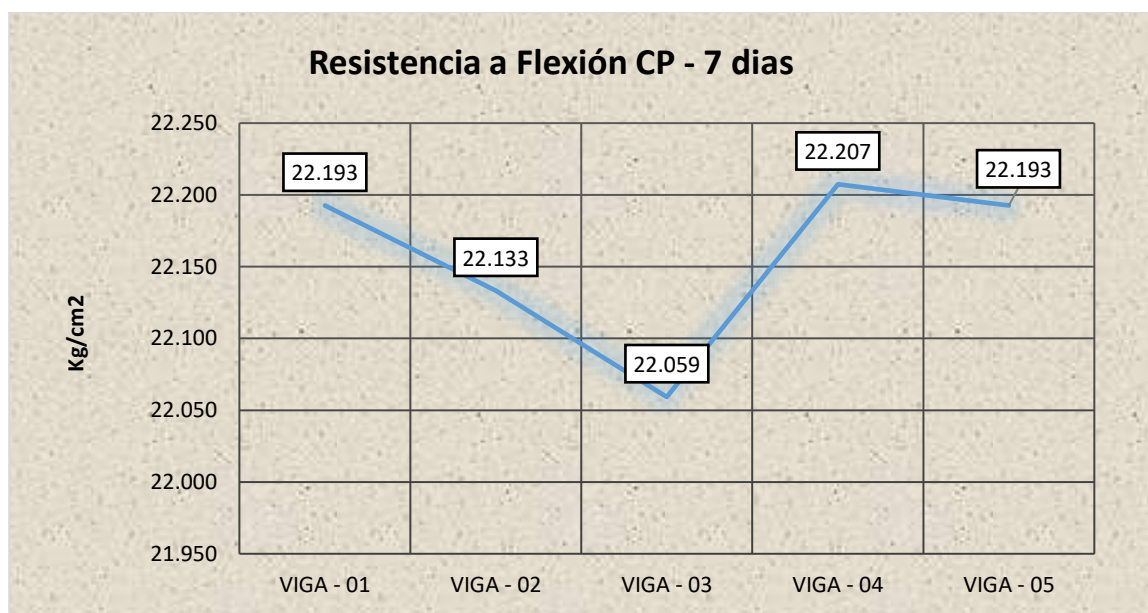
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
M - Estándar	1498.00	22.193	7	22.16 kg/cm <sup>2</sup>
M - Estándar	1494.00	22.133		
M - Estándar	1489.00	22.059		
M - Estándar	1499.00	22.207		
M - Estándar	1498.00	22.193		

Nota. Laboratorio.

El ensayo de flexión de muestras estándar de concreto a los 7 días de secado, detallando la lectura del dial y la resistencia a la flexión (Mr) en Kg/cm<sup>2</sup>. Los valores obtenidos oscilan entre 22.059 y 22.207 Kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia a la flexión fue de 22.16 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 27**

*Rotura de M-P, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

El espécimen VIGA-04 alcanzó la mayor resistencia, mientras que VIGA-03 presentó el menor valor.

**Tabla 51**

*Flexión muestra estándar en 14 días de secado.*

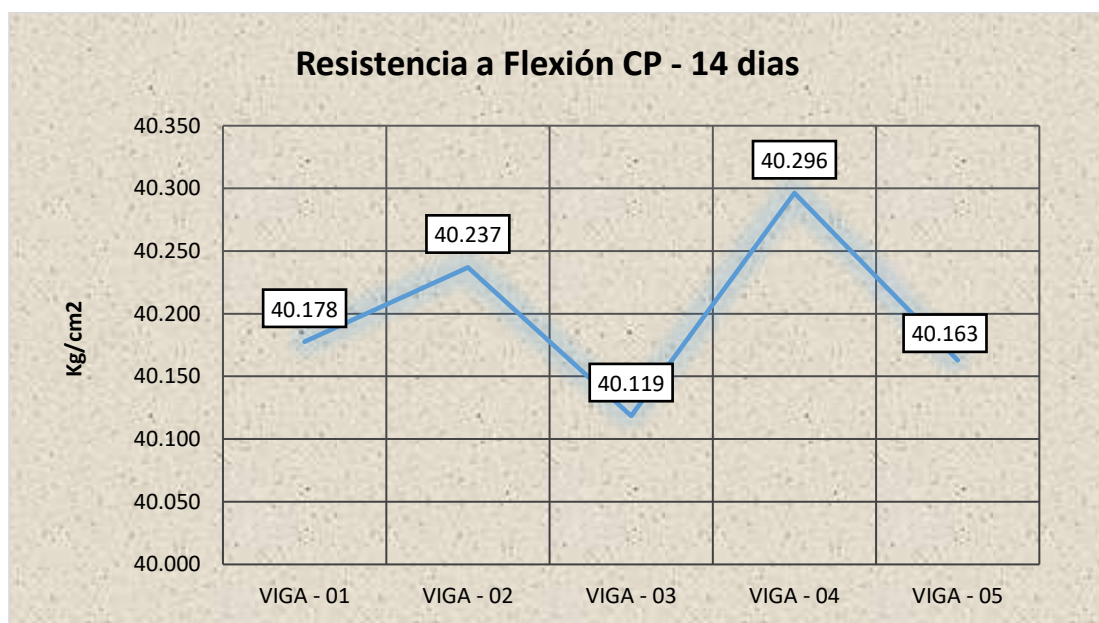
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
M - Estándar	2712	40.178	14	40.20 kg/cm <sup>2</sup>
M - Estándar	2716	40.237		
M - Estándar	2708	40.119		
M - Estándar	2720	40.296		
M - Estándar	2711	40.163		

Nota. Laboratorio.

La flexión de muestras estándar de concreto a los 14 días de secado, incluyendo la lectura del dial y la resistencia a la flexión (Mr) en Kg/cm<sup>2</sup>. Los valores obtenidos varían entre 40.119 y 40.296 Kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia alcanzado fue de 40.20 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 28**

*Rotura de M-P, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto patrón (CP) a los 14 días. Se observa una variación entre 40.119 y 40.296 kg/cm<sup>2</sup> en las diferentes vigas evaluadas.

**Tabla 52**

*Flexión muestra estándar en 28 días de secado.*

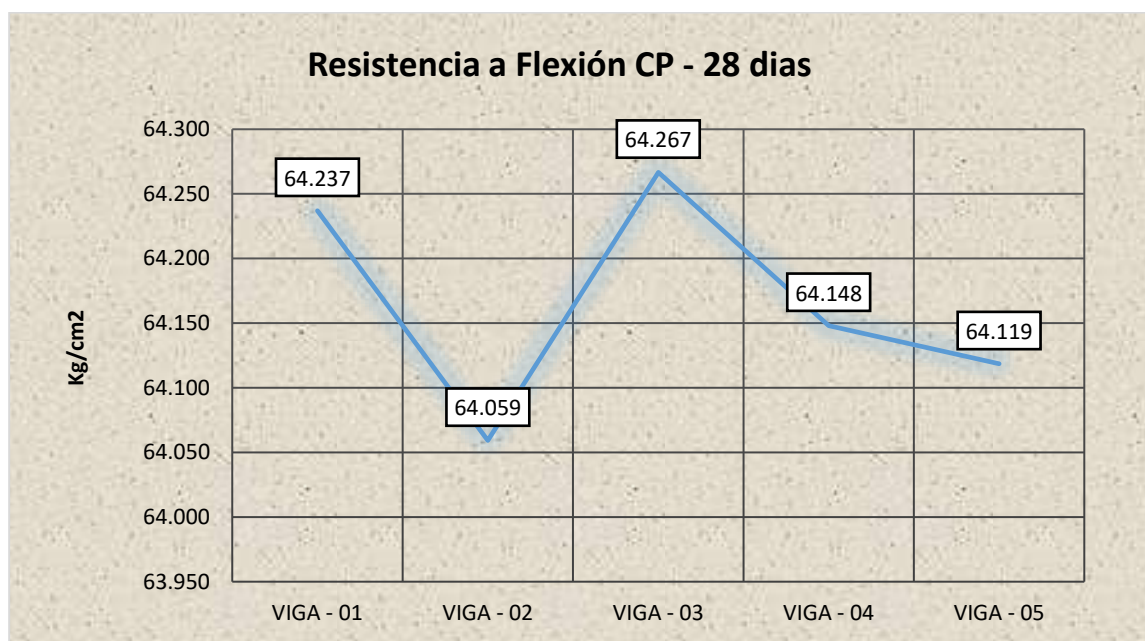
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
M - Estándar	4336	64.237		
M - Estándar	4324	64.059		
M - Estándar	4338	64.267	28	64.17 kg/cm <sup>2</sup>
M - Estándar	4330	64.148		
M - Estándar	4328	64.119		

Nota. Laboratorio.

Se muestra los resultados de flexión del concreto patrón tras 28 días de secado. Las lecturas del dial oscilaron entre 4324 y 4338 kg, generando resistencias entre 64.059 y 64.267 kg/cm<sup>2</sup>. El valor promedio obtenido fue de 64.17 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 29**

*Rotura de M-P, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto patrón (M-P) a los 28 días de curado. Se observa una variación leve entre especímenes, alcanzando un valor máximo de 64.267 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.3.1 Flexión Concreto + 2.5% Plástico reciclado.

**Tabla 53**

*Flexión muestra + 2.5% Plástico reciclado en 7 días.*

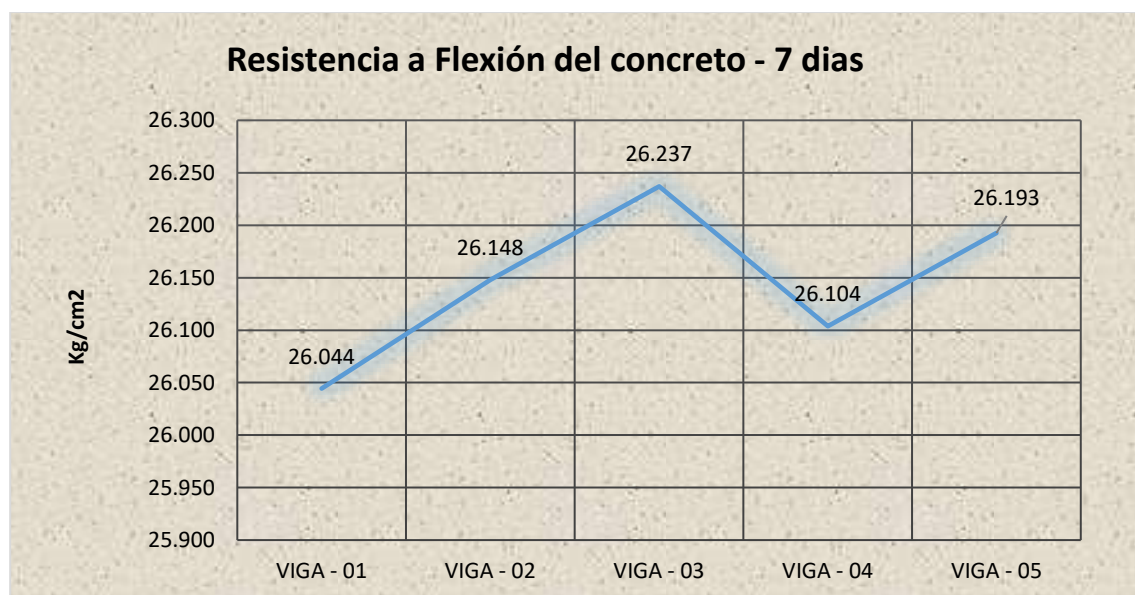
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	1758	26.044	7	26.15 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + PR	1765	26.148		
3 M + PR	1771	26.237		
4 M + PR	1762	26.104		
5 M + PR	1768	26.193		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con adición de 2.5% de plástico reciclado a los 7 días de curado. Los valores obtenidos oscilan entre 26.044 y 26.237 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia a la flexión fue de 26.15 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 30**

*Rotura de MP + 2.5% P.R, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 2.5% de plástico reciclado en 7 días de curado. Los valores varían entre 26.044 y 26.237 kg/cm<sup>2</sup>, indicando un comportamiento uniforme entre los especímenes.

**Tabla 54**

*Flexión muestra + 2.5% Plástico reciclado en 14 días.*

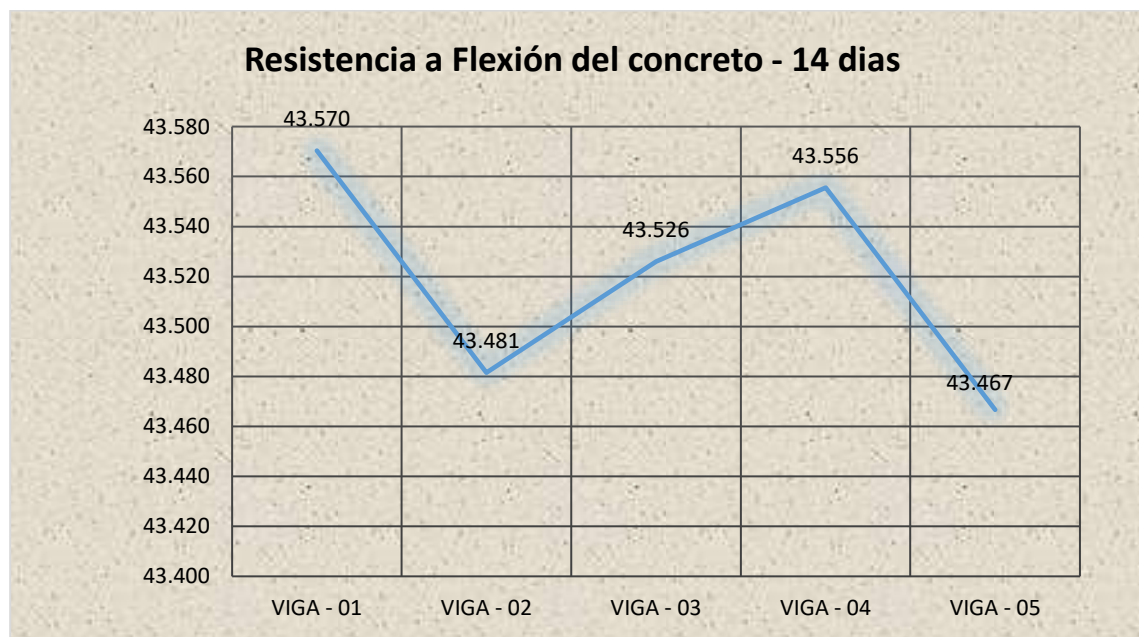
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	2941	43.570	14	43.52 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + PR	2935	43.481		
3 M + PR	2938	43.526		
4 M + PR	2940	43.556		
5 M + PR	2934	43.467		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con 2.5% de plástico reciclado en 14 días de curado. Las lecturas del dial variaron entre 2934 kg y 2941 kg, obteniéndose resistencias entre 43.467 y 43.570 kg/cm<sup>2</sup>. El valor promedio de resistencia alcanzado fue de 43.52 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 31**

*Rotura de MP + 2.5% P.R, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

Se muestra la flexión del concreto con 2.5% de plástico reciclado a los 14 días de curado.

Los valores de resistencia oscilaron entre 43.467 y 43.570 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 55**

*Flexión muestra + 2.5% Plástico reciclado en 28 días.*

Elemnt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	4625	68.519		
2 M + PR	4619	68.430		
3 M + PR	4618	68.415	28	68.67 kg/cm2
4 M + PR	4622	68.474		
5 M + PR	4625	68.519		

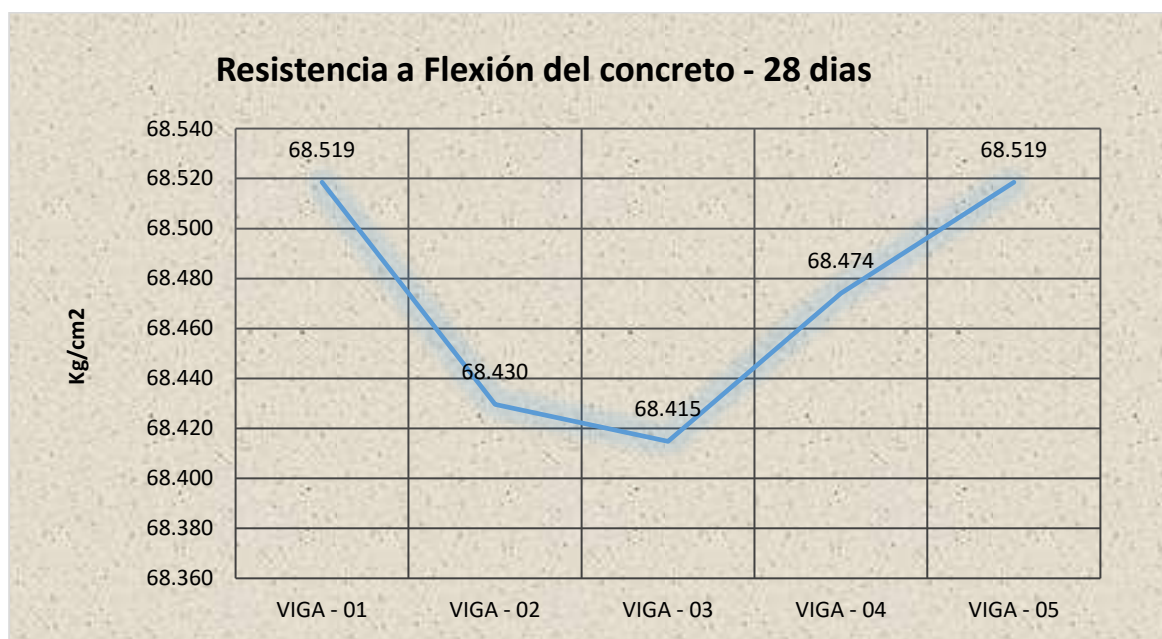
Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con 2.5% de plástico reciclado, evaluado a los 28 días de curado.

Las lecturas del dial variaron entre 4618 y 4625 kg, con resistencias que oscilaron entre 68.415 y 68.519 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio obtenido fue de 68.67 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 32**

*Rotura de MP + 2.5% P.R, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 2.5% de plástico reciclado a los 28 días. Se observa una ligera variación entre los especímenes, con valores que oscilan entre 68.415 y 68.519 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.3.2 Flexión Concreto + 5% Plástico reciclado.

**Tabla 56**

*Flexión muestra + 5% Plástico reciclado en 7 días.*

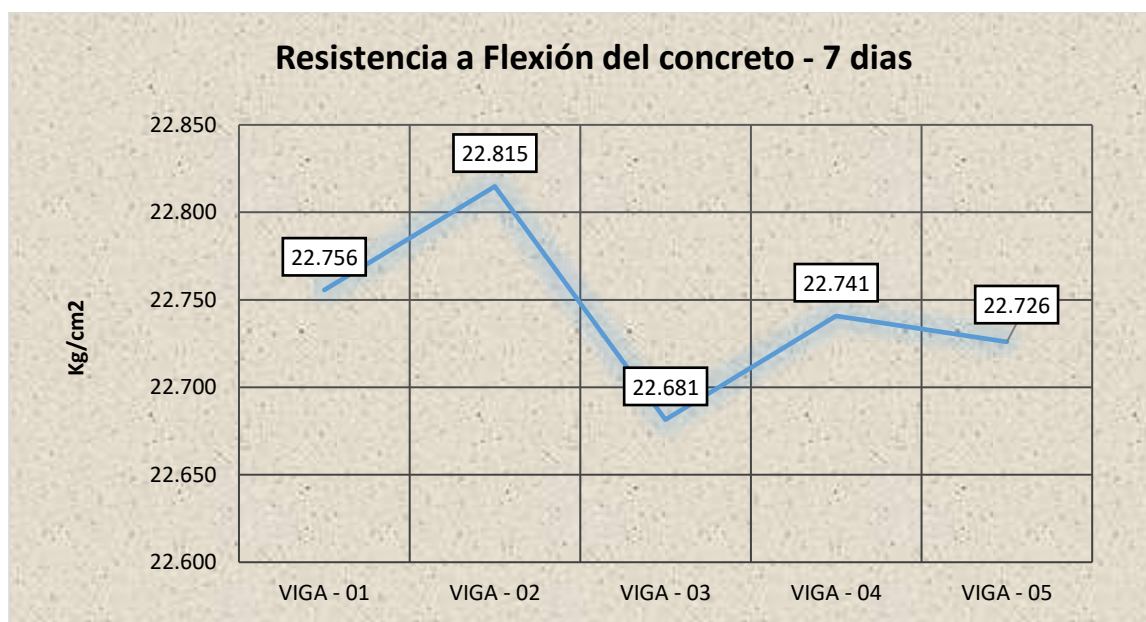
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	1536	22.756	7	22.74 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + PR	1540	22.815		
3 M + PR	1531	22.681		
4 M + PR	1535	22.741		
5 M + PR	1534	22.726		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con un 5% de plástico reciclado en 7 días de curado. Las lecturas del dial oscilaron entre 1531 y 1540 kg, con resistencias que variaron entre 22.681 y 22.815 kg/cm<sup>2</sup>. El valor promedio de resistencia obtenido fue de 22.74 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 33**

*Rotura de MP + 5% P.R, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 5% de plástico reciclado en 7 días. Los valores fluctúan entre 22.681 y 22.815 kg/cm<sup>2</sup>, observándose un comportamiento estable entre los especímenes.

**Tabla 57**

*Flexión muestra + 5% Plástico reciclado en 14 días.*

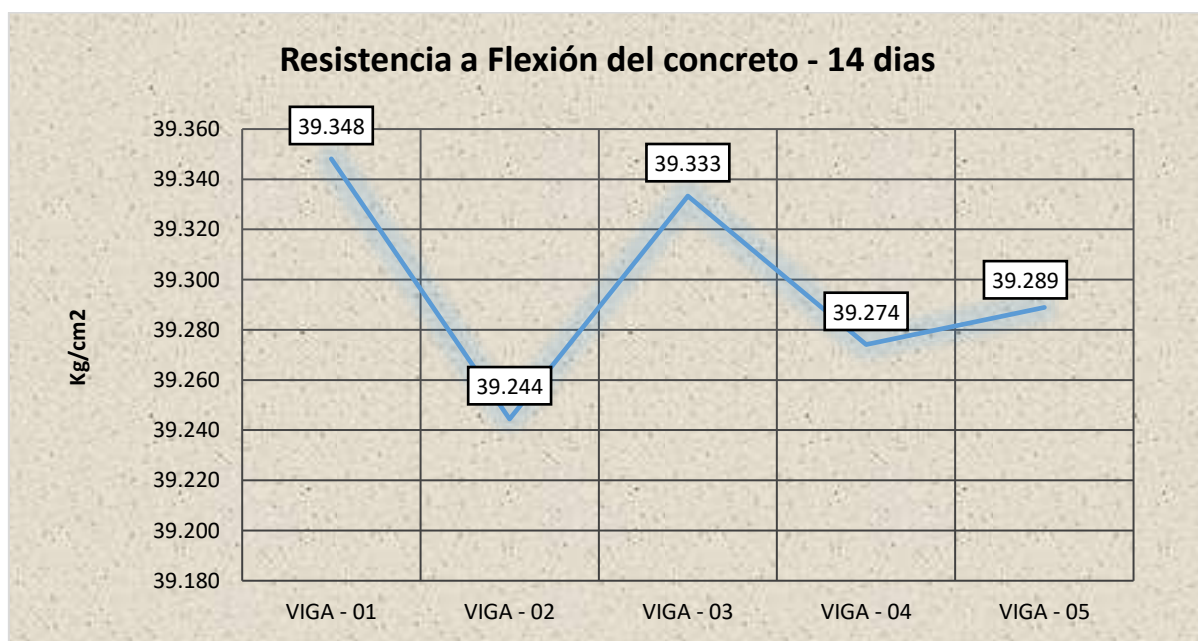
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	2656	39.348	14	39.30 kg/cm2
2 M + PR	2649	39.244		
3 M + PR	2655	39.333		
4 M + PR	2651	39.274		
5 M + PR	2652	39.289		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con adición de 5% de plástico reciclado en 14 días de curado. Las lecturas del dial variaron entre 2649 y 2656 kg, obteniéndose resistencias de entre 39.244 y 39.348 kg/cm<sup>2</sup>. El valor promedio registrado fue de 39.30 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 34**

*Rotura de MP + 5% P.R, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 5% de plástico reciclado a los 14 días. Se observa una variación ligera entre los especímenes, con valores entre 39.244 y 39.348 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 58**

*Flexión muestra + 5% Plástico reciclado en 28 días.*

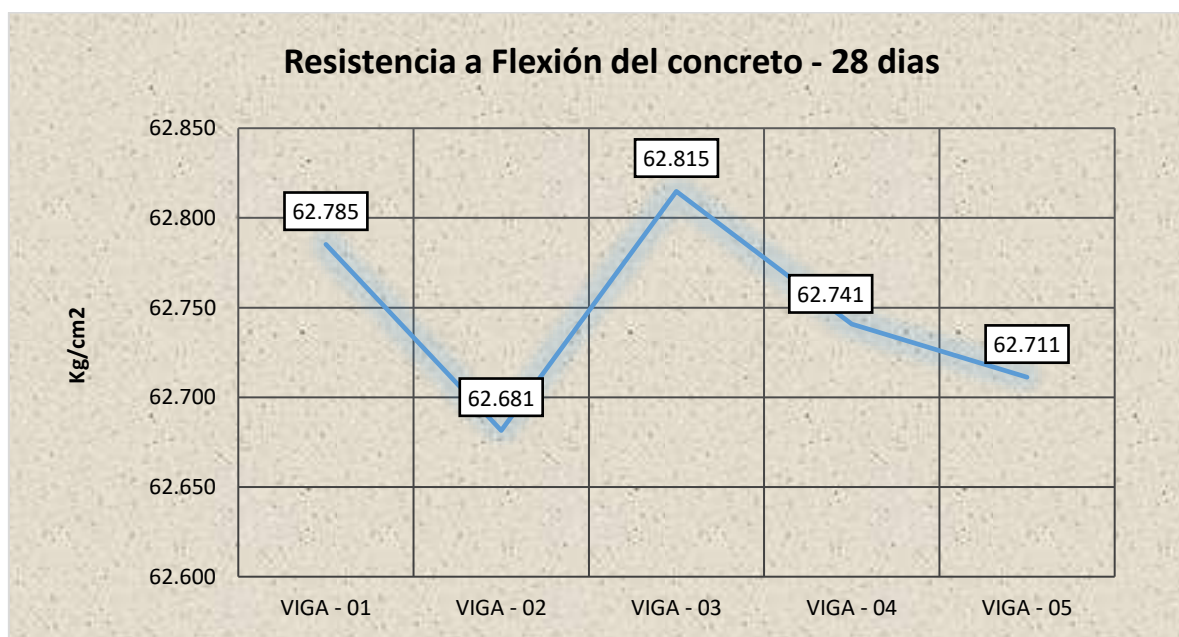
Elemnt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	4238	62.785	28	62.75 kg/cm2
2 M + PR	4231	62.681		
3 M + PR	4240	62.815		
4 M + PR	4235	62.741		
5 M + PR	4233	62.711		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con 5% de plástico reciclado, evaluado a los 28 días de curado. Los valores obtenidos fluctúan entre 62.681 y 62.815 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio general registrado es de 62.75 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia uniforme.

**Figura 35**

*Rotura de MP + 5% P.R, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 5% de plástico reciclado a los 28 días. Se observa una variación leve entre los especímenes, con valores entre 62.681 y 62.815 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.3.3 Flexión Concreto + 7.5% Plástico reciclado.

**Tabla 59**

*Flexión muestra + 7.5% Plástico reciclado en 7 días.*

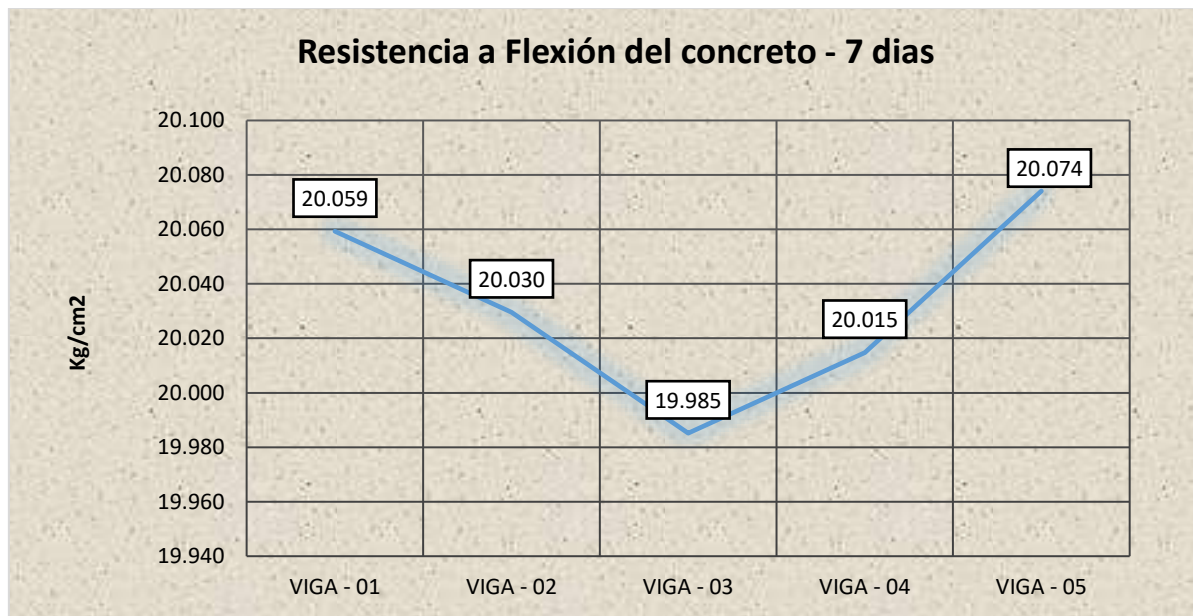
Elemnt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	1354	20.059	7	20.03 kg/cm2
2 M + PR	1352	20.030		
3 M + PR	1349	19.985		
4 M + PR	1351	20.015		
5 M + PR	1355	20.074		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con 7.5% de plástico reciclado, evaluado a los 7 días. Los valores de resistencia oscilan entre 19.985 y 20.074 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio obtenido fue de 20.03 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando un comportamiento uniforme entre las muestras.

**Figura 36**

*Rotura de MP + 7.5% P.R, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

La concreto con 7.5% de plástico reciclado en 7 días. Los valores obtenidos se mantienen cercanos, con un máximo de 20.074 kg/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 19.985 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 60**

*Flexión muestra + 7.5% Plástico reciclado en 14 días.*

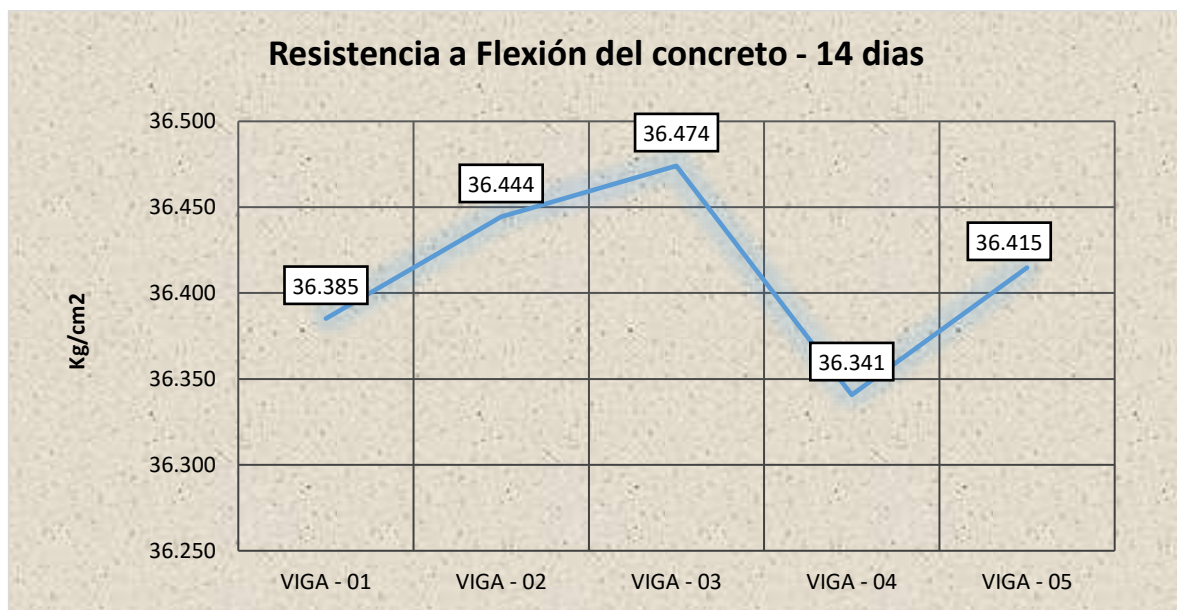
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	2456	36.385	14	36.41 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + PR	2460	36.444		
3 M + PR	2462	36.474		
4 M + PR	2453	36.341		
5 M + PR	2458	36.415		

Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con 7.5% de plástico reciclado a los 14 días. Las cinco muestras ensayadas mostraron una resistencia que oscila entre 36.341 y 36.474 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio general obtenido fue de 36.41 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 37**

*Rotura de MP + 7.5% P.R, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 7.5% de plástico reciclado a los 14 días. Los valores fluctúan ligeramente entre 36.341 y 36.474 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose dentro de un rango estable.

**Tabla 61**

*Flexión muestra + 7.5% Plástico reciclado en 28 días.*

Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + PR	4026	59.644	28	59.56 kg/cm2
2 M + PR	4015	59.481		
3 M + PR	4019	59.541		
4 M + PR	4020	59.556		
5 M + PR	4022	59.585		

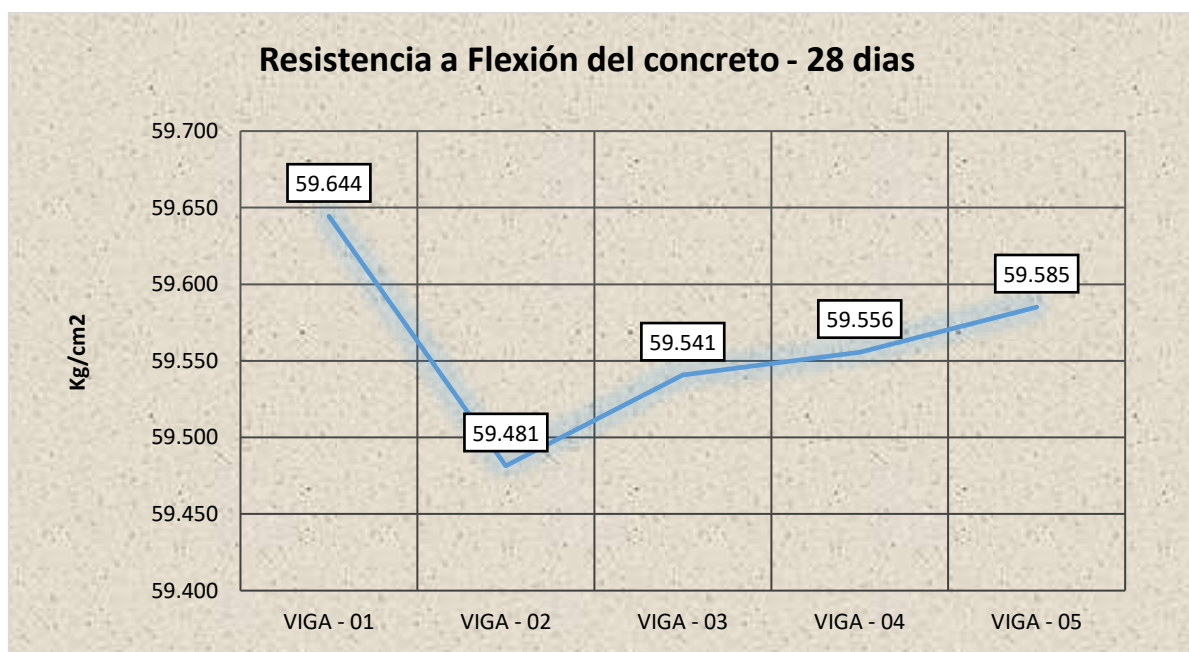
Nota. Laboratorio.

La flexión del concreto con 7.5% de plástico reciclado, evaluados a los 28 días de curado.

Las lecturas del dial oscilan entre 4015 y 4026 kg, obteniéndose resistencias entre 59.481 y 59.644 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia fue de 59.56 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 38**

*Rotura de MP + 7.5% P.R, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 7.5% de plástico reciclado durante 28 días. Se observa un aumento en la resistencia a medida que avanza el tiempo de curado, alcanzando un valor máximo de 59.585 kg/cm<sup>2</sup> en la última muestra.

### 4.1.3.4 Flexión Concreto + 1% Fibra metálica reciclada.

**Tabla 62**

*Flexión muestra + 1% Fibra metálica reciclada en 7 días.*

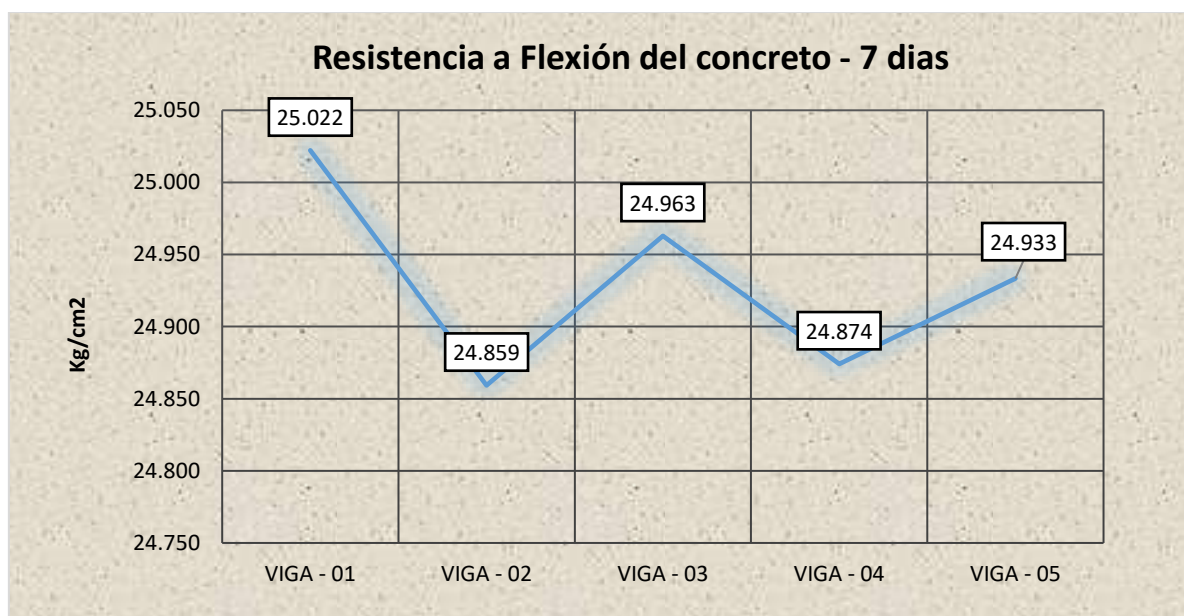
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	1689	25.022	7	24.93 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	1678	24.859		
3 M + F.R.	1685	24.963		
4 M + F.R.	1679	24.874		
5 M + F.R.	1683	24.933		

Nota. Laboratorio.

Se muestra la resistencia a la flexión de muestras de concreto con 1% de fibra metálica reciclada, evaluadas durante 7 días. Los valores oscilan entre 24.859 y 25.022 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 24.93 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 39**

*Rotura de MP + 1% F.R, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 1% de fibra reciclada (MP + 1% F.R.) a los 7 días. La resistencia varía entre 24.859 y 25.022 kg/cm<sup>2</sup>, con una tendencia de aumento.

**Tabla 63**

*Flexión muestra + 1% Fibra metálica reciclada en 14 días.*

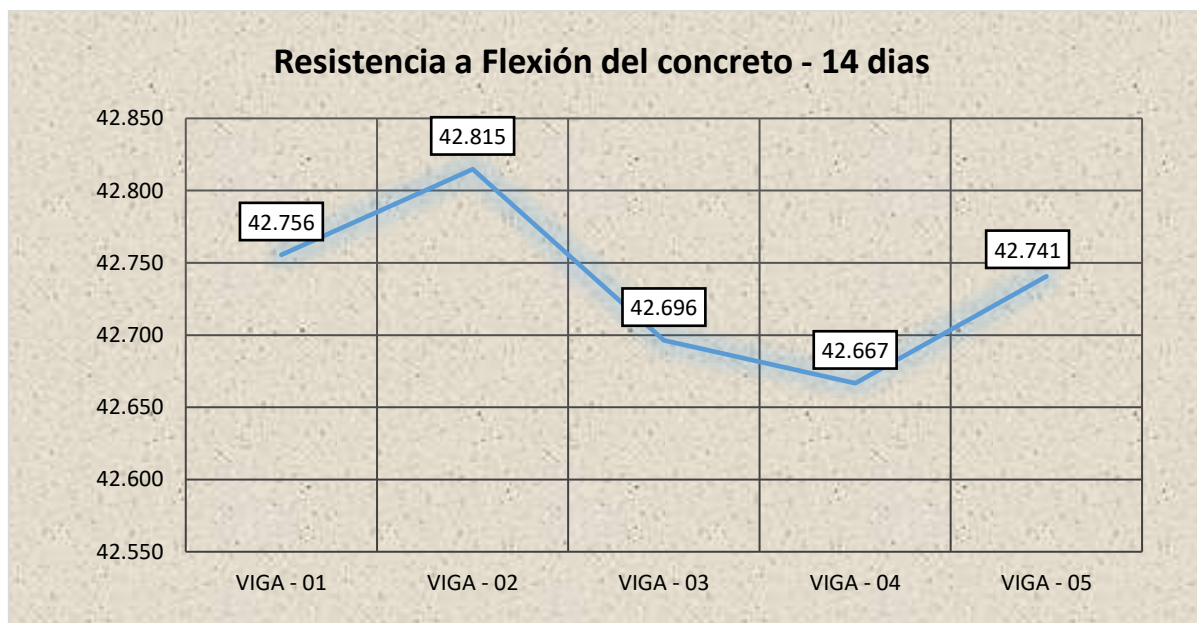
Elemnt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	2886	42.756	14	42.73 kg/cm2
2 M + F.R.	2890	42.815		
3 M + F.R.	2882	42.696		
4 M + F.R.	2880	42.667		
5 M + F.R.	2885	42.741		

Nota. Laboratorio.

La flexión de las muestras con 1% de fibra reciclada (MP + 1% F.R.) a los 14 días de secado. Se muestra la carga de lectura del dial y la resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup> para cada muestra. El promedio de la resistencia a la flexión fue de 42.73 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 40**

*Rotura de MP + 1% F.R, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 1% de fibra reciclada (MP + 1% F.R.) durante 14 días. Los valores de resistencia fluctúan entre 42.756 kg/cm<sup>2</sup> y 42.741 kg/cm<sup>2</sup>, con un leve aumento al final del periodo de secado.

**Tabla 64**

*Flexión muestra + 1% Fibra metálica reciclada en 28 días.*

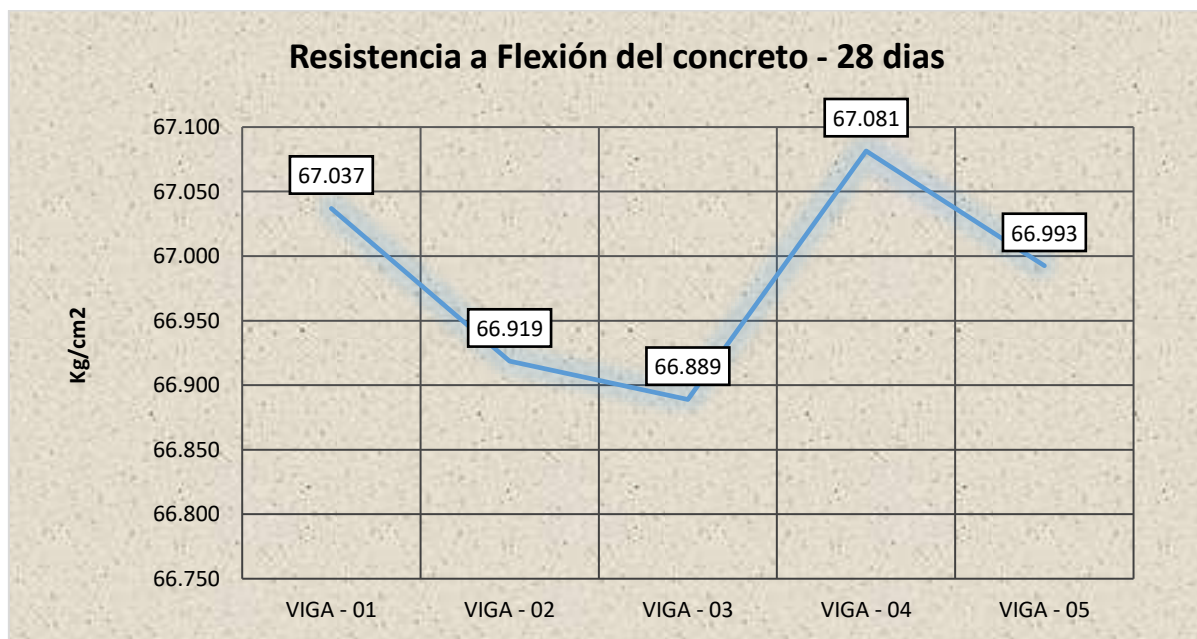
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	4525	67.037	28	66.98 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	4517	66.919		
3 M + F.R.	4515	66.889		
4 M + F.R.	4528	67.081		
5 M + F.R.	4522	66.993		

Nota. Laboratorio.

La flexión de muestras de concreto con 1% de fibra reciclada después de 28 días de secado. Se observa un rango de valores que va desde 66.889 kg/cm<sup>2</sup> hasta 67.081 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 66.98 kg/cm<sup>2</sup> para todas las muestras

**Figura 41**

*Rotura de MP + 1% F.R, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 1% de fibra reciclada durante 28 días. Se observa una variabilidad moderada en los valores, con un máximo de 67.081 kg/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 66.889 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.3.5 Flexión Concreto + 2% Fibra metálica reciclada.

**Tabla 65**

*Flexión muestra + 2% Fibra metálica reciclada en 7 días.*

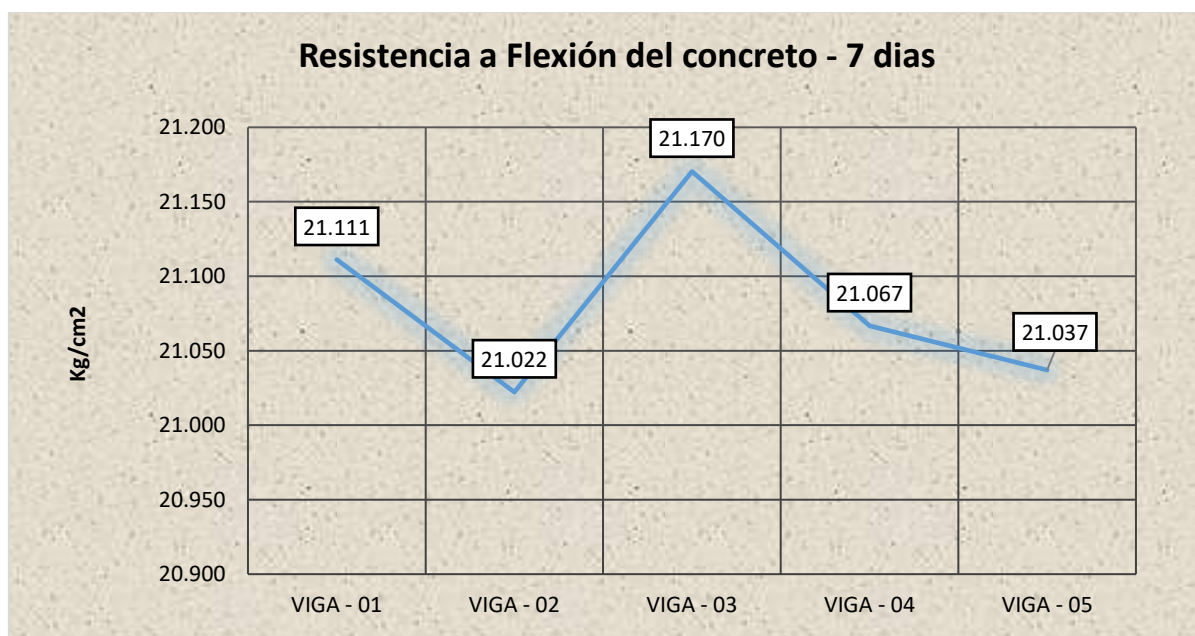
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	1425	21.111	7	21.08 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	1419	21.022		
3 M + F.R.	1429	21.170		
4 M + F.R.	1422	21.067		
5 M + F.R.	1420	21.037		

Nota. Laboratorio.

La flexión de muestras con 2% de fibra metálica reciclada a los 7 días de secado. Se observan valores de resistencia que oscilan entre 21.022 y 21.170 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia es de 21.08 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 42**

*Rotura de MP + 2% F.R, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

Se observa una variación en los valores de resistencia, alcanzando un pico en la muestra 3 con 21.170 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 66

Flexión muestra + 2% Fibra metálica reciclada en 14 días.

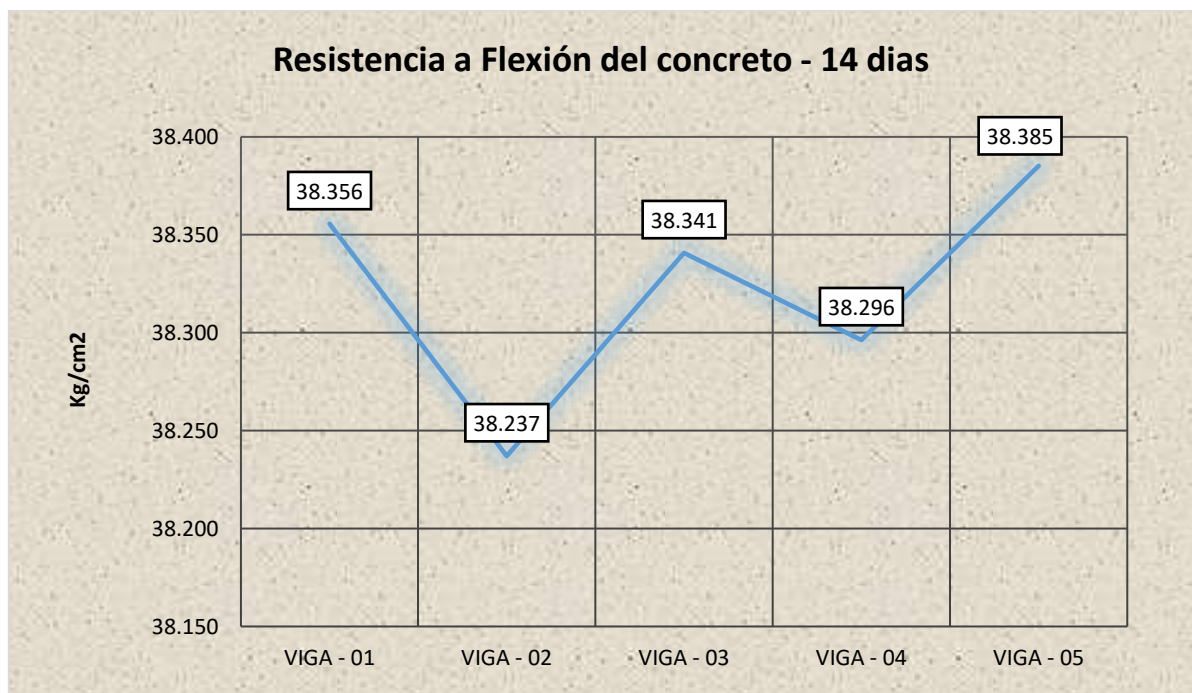
Elemnt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	2589	38.356		
2 M + F.R.	2581	38.237		
3 M + F.R.	2588	38.341	14	38.32 kg/cm2
4 M + F.R.	2585	38.296		
5 M + F.R.	2591	38.385		

Nota. Laboratorio.

La flexión para muestras con 2% de fibra metálica reciclada, medidas a los 14 días de secado. Las muestras muestran una ligera variación en los valores, con un promedio general de 38.32 kg/cm<sup>2</sup>. La muestra 5 presenta la resistencia más alta con 38.385 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura 43

Rotura de MP + 2% F.R. en 14 días.



Nota. Elaboración propia.

Se observa una ligera variación en los valores de resistencia, destacando la muestra 5 con la mayor resistencia de 38.385 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 67**

*Flexión muestra + 2% Fibra metálica reciclada en 28 días.*

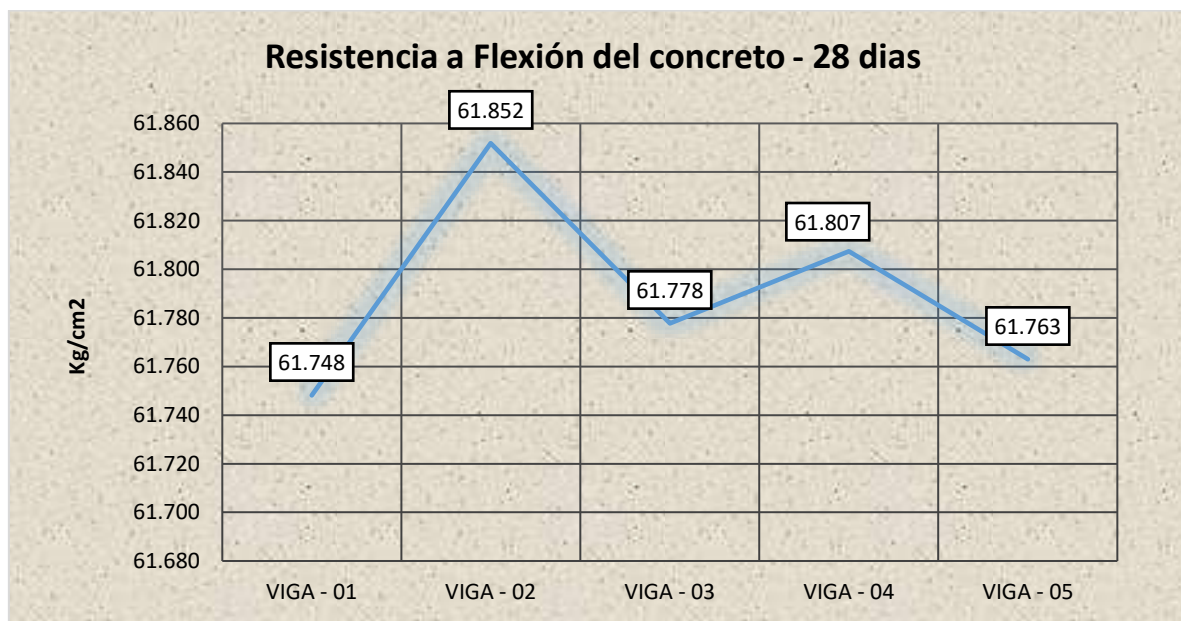
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	4168	61.748	28	61.79 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	4175	61.852		
3 M + F.R.	4170	61.778		
4 M + F.R.	4172	61.807		
5 M + F.R.	4169	61.763		

Nota. Laboratorio.

La flexión de concreto con 2% de fibra metálica reciclada a los 28 días de curado. Los valores de resistencia a flexión oscilaron entre 61.748 kg/cm<sup>2</sup> y 61.852 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 61.79 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 44**

*Rotura de MP + 2% F.R, en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

Se observa un pico en la viga 02 y una ligera variabilidad entre las vigas, con valores promedio cercanos entre 61.74 y 61.85 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.3.6 Flexión Concreto + 3% Fibra metálica reciclada.

**Tabla 68**

*Flexión muestra + 3% Fibra metálica reciclada en 7 días.*

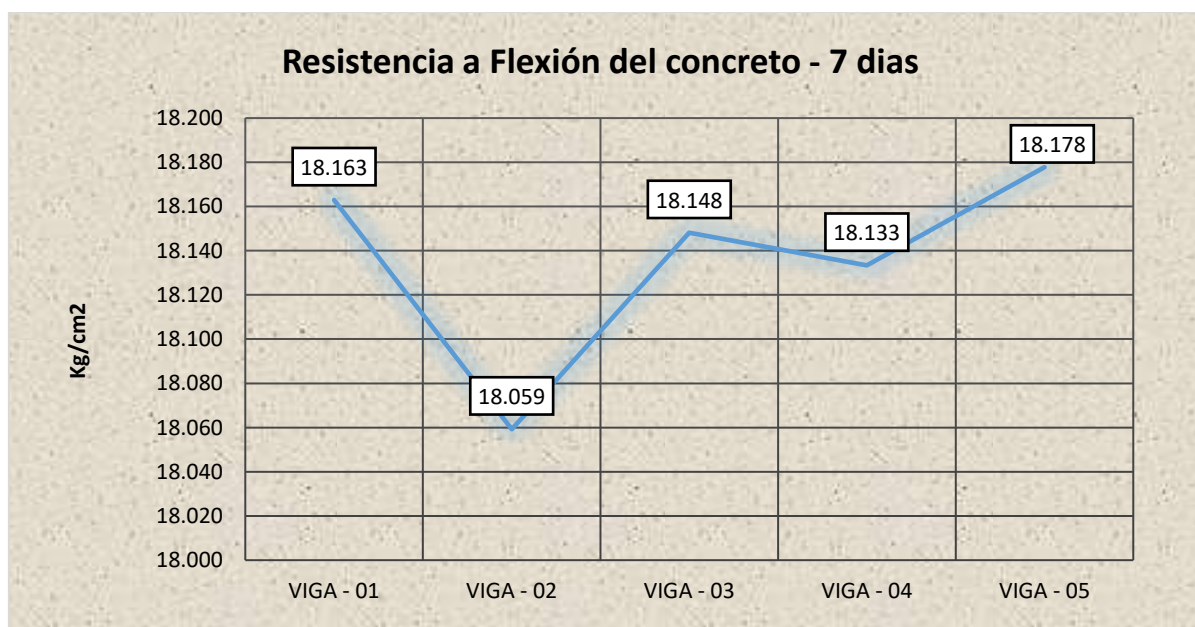
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	1226	18.163	7	18.14 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	1219	18.059		
3 M + F.R.	1225	18.148		
4 M + F.R.	1224	18.133		
5 M + F.R.	1227	18.178		

Nota. Laboratorio.

La flexión de las muestras con 3% de fibra metálica reciclada durante 7 días. Los valores de flexión oscilan entre 18.059 y 18.178 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 18.14 kg/cm<sup>2</sup>. Se observa una ligera variabilidad entre las diferentes muestras.

**Figura 45**

*Rotura de MP + 3% F.R, en 7 días.*



Nota. Elaboración propia.

Se observa un comportamiento fluctuante en la resistencia, con un incremento final en la muestra 5.

**Tabla 69**

*Flexión muestra + 3% Fibra metálica reciclada en 14 días.*

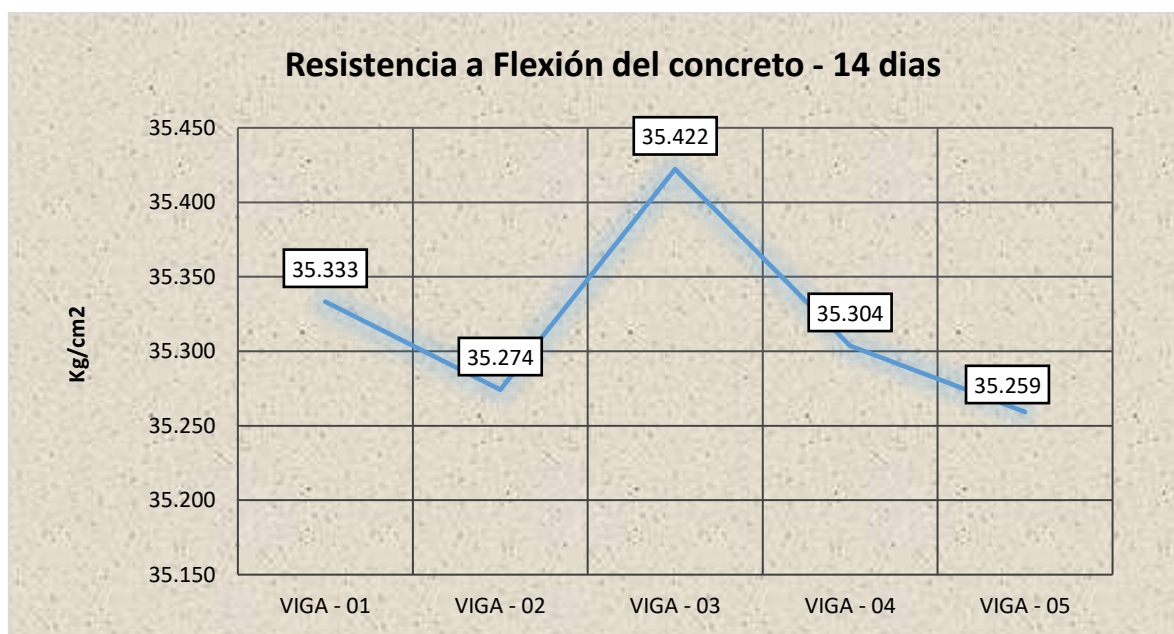
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	2385	35.333	14	35.32 kg/cm <sup>2</sup>
2 M + F.R.	2381	35.274		
3 M + F.R.	2391	35.422		
4 M + F.R.	2383	35.304		
5 M + F.R.	2380	35.259		

Nota. Laboratorio.

La flexión de muestras de concreto con 3% de fibra metálica reciclada a los 14 días. Los valores oscilan entre 35.259 y 35.422 kg/cm<sup>2</sup>, con una ligera disminución en las últimas muestras. El promedio de resistencia es de 35.32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 46**

*Rotura de MP + 3% F.R, en 14 días.*



Nota. Elaboración propia.

Se observa una variación entre los diferentes especímenes, con un valor máximo de 35.422 kg/cm<sup>2</sup> en el tercer espécimen.

**Tabla 70**

*Flexión muestra + 3% Fibra metálica reciclada en 28 días.*

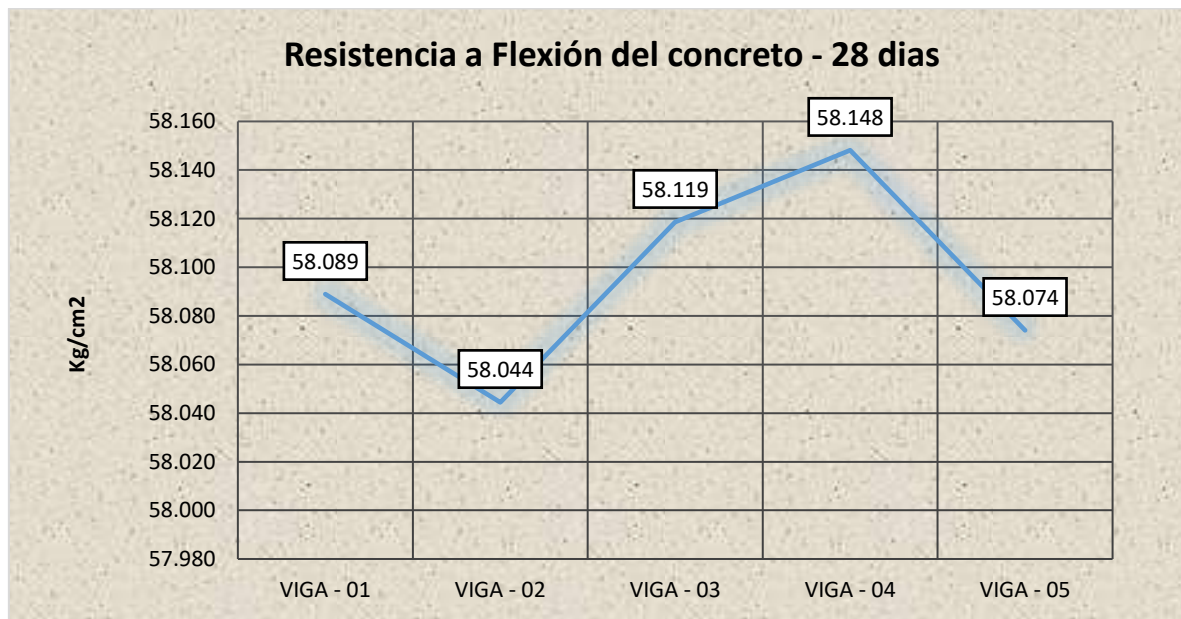
Elemt.	Lectura del dial (kg)	R. Flexión (Mr) Kg/cm2	EDAD	PROMEDIO
1 M + F.R.	3921	58.089	28	58.09 kg/cm2
2 M + F.R.	3918	58.044		
3 M + F.R.	3923	58.119		
4 M + F.R.	3925	58.148		
5 M + F.R.	3920	58.074		

Nota. Laboratorio.

La flexión de concreto con 3% de fibra metálica reciclada después de 28 días. Los valores de resistencia varían entre 58.044 kg/cm<sup>2</sup> y 58.148 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 58.09 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 47**

*Rotura de MP + 3% F.R. en 28 días.*



Nota. Elaboración propia.

La flexión del concreto con 3% de fibra metálica reciclada después de 28 días. La resistencia varía entre 58.044 kg/cm<sup>2</sup> y 58.148 kg/cm<sup>2</sup>, destacándose el valor más alto en el cuarto espécimen.

### 4.2 Comparación de los valores de resistencia a compresión.

CONCRETO + PLASTICO RECICLADO.

Fuerza compresiva en 7 días de secado.

**Tabla 71**

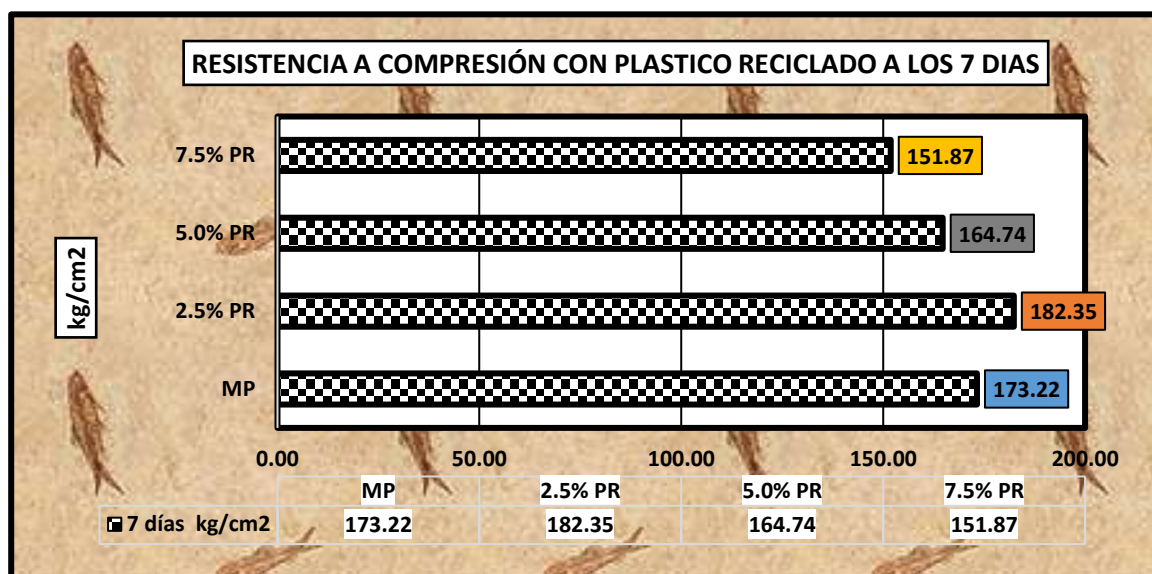
*Valores logrados durante 7 días.*

ELEMENT.	7 DÍAS
Concreto Estándar	173.22
Concreto + 2.5% de Plástico Reciclado	182.35
Concreto + 5.0% de Plástico Reciclado	164.74
Concreto + 7.5% de Plástico Reciclado	151.87

El concreto estándar tiene una resistencia de 173.22 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las mezclas con plástico reciclado muestran una resistencia que varía entre 151.87 kg/cm<sup>2</sup> y 182.35 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor con un 2.5% de plástico reciclado.

**Figura 48**

*Actitud del concreto durante 7 días.*



Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado presenta la mayor resistencia, con un valor de 182.35 kg/cm<sup>2</sup>.

Fuerza compresiva en 14 días de secado.

**Tabla 72**

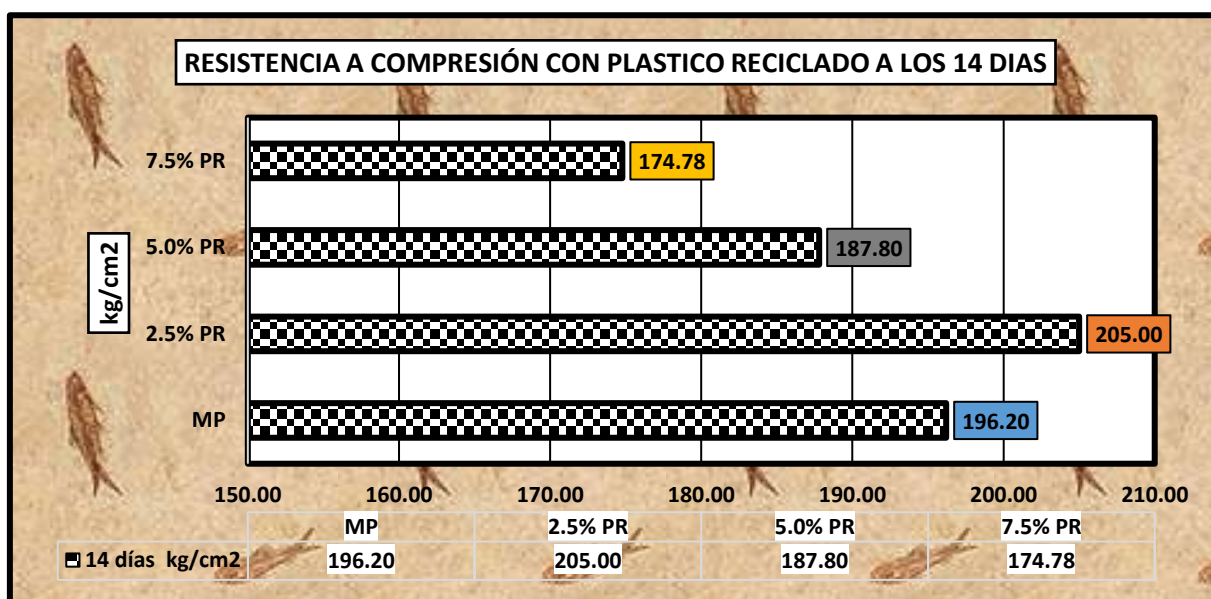
*Valores logrados durante 14 días.*

ELEMENT.	14 DÍAS
Concreto Estándar	196.20
Concreto + 2.5% de Plástico Reciclado	205.00
Concreto + 5.0% de Plástico Reciclado	187.80
Concreto + 7.5% de Plástico Reciclado	174.78

Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado alcanza la mayor resistencia con un valor de 205.00 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste, el concreto con 7.5% de plástico reciclado presenta la resistencia más baja, con 174.78 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 49**

*Actitud del concreto durante 14 días.*



La figura muestra los resultados de resistencia compresiva del concreto con diferentes porcentajes de plástico reciclado (2.5%, 5%, y 7.5%) durante 14 días. El concreto con 2.5% de plástico reciclado presenta la mayor resistencia, mientras que el de 7.5% tiene la menor resistencia.

Fuerza compresiva en 28 días de secado.

**Tabla 73**

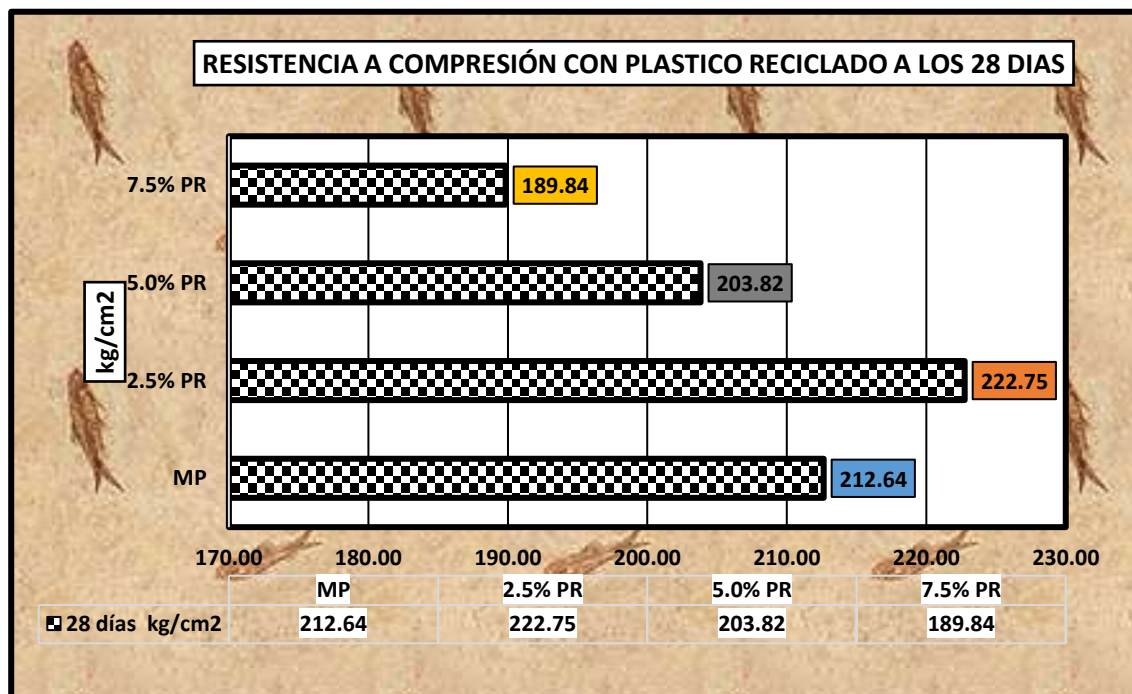
Valores logrados durante 28 días.

ELEMENT.	14 DÍAS
Concreto Estándar	212.64
Concreto + 2.5% de Plástico Reciclado	222.75
Concreto + 5.0% de Plástico Reciclado	203.82
Concreto + 7.5% de Plástico Reciclado	189.84

La tabla presenta los valores de resistencia compresiva del concreto con diferentes proporciones de plástico reciclado (2.5%, 5%, y 7.5%) durante 28 días. El concreto con 2.5% de plástico reciclado tiene la mayor resistencia, mientras que el de 7.5% presenta la resistencia más baja.

**Figura 50**

Actitud del concreto durante 28 días.



Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado presenta la mayor resistencia, mientras que el 7.5% tiene la resistencia más baja.

### CONCRETO + FIBRA METÁLICA RECICLADA.

Fuerza compresiva en 7 días de secado.

**Tabla 74**

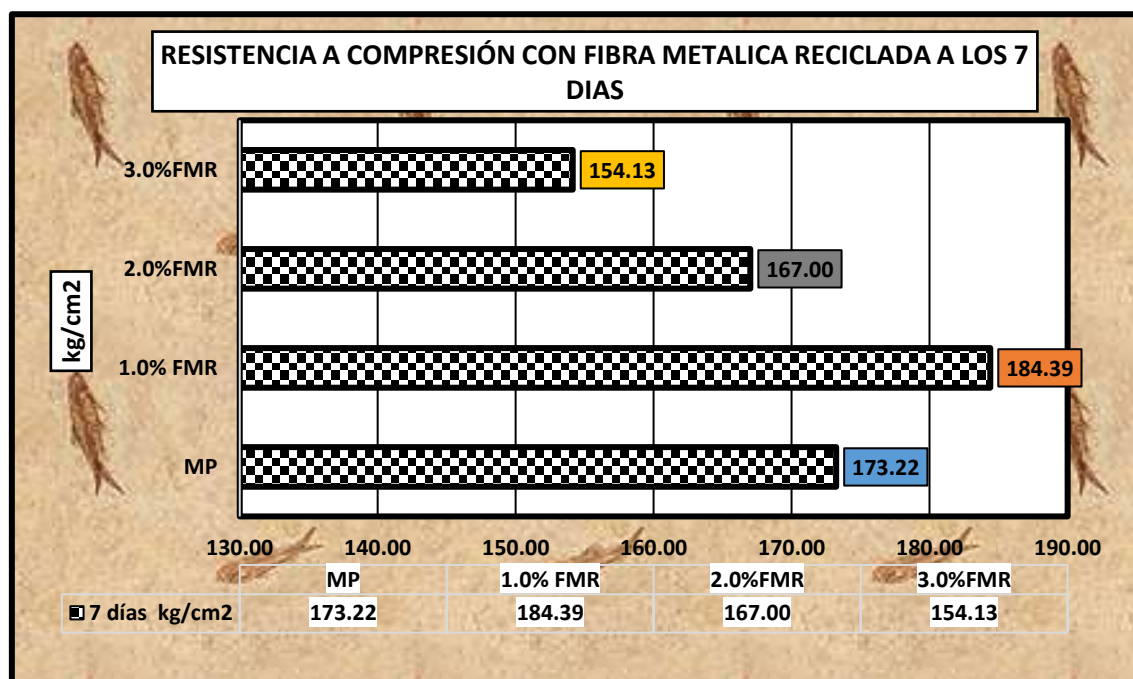
Valores logrados durante 7 días.

ELEMENT.	7 DÍAS
Concreto Estándar	173.22
Concreto + 1% de Fibra Metálica Reciclada	184.39
Concreto + 2% de Fibra Metálica Reciclada	167.00
Concreto + 3% de Fibra Metálica Reciclada	154.13

La tabla muestra los valores obtenidos de resistencia compresiva del concreto con diferentes porcentajes de fibra metálica reciclada (1%, 2%, y 3%) y el concreto estándar a los 7 días. Se observa que el concreto con 1% de fibra metálica reciclada tiene la mayor resistencia, mientras que el de 3% presenta el valor más bajo.

**Figura 51**

Actitud del concreto durante 7 días.



El concreto con 1% de fibra metálica reciclada presenta la mayor resistencia, seguido por el 2% y el 3%.

Fuerza compresiva en 14 días de secado.

**Tabla 75**

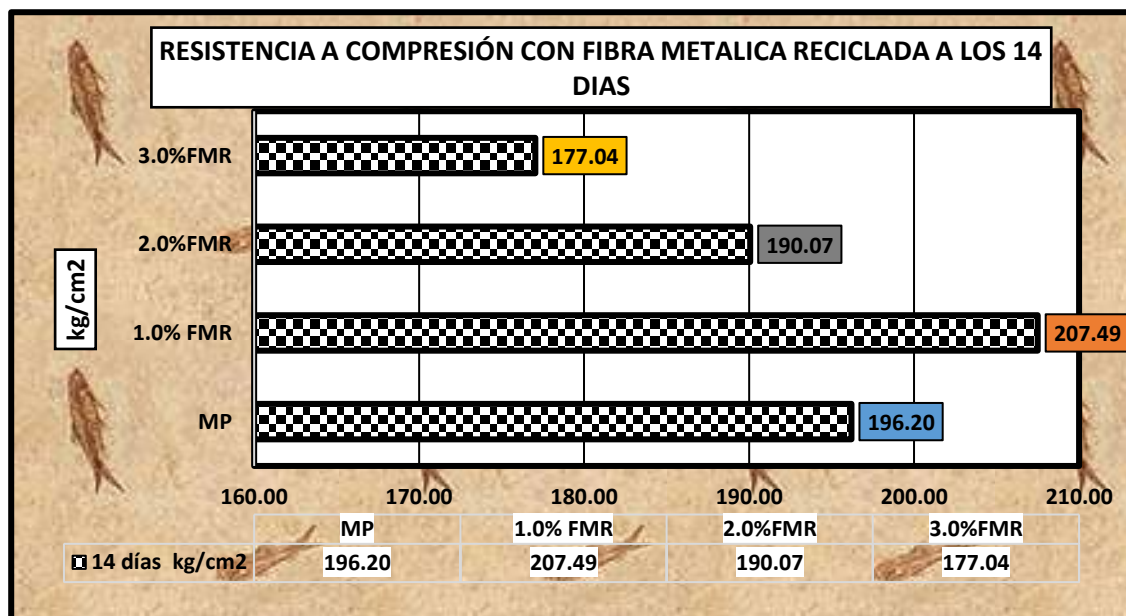
Valores logrados durante 14 días.

ELEMENT.	14 DÍAS
Concreto Estándar	196.20
Concreto + 1% de Fibra Metálica Reciclada	207.49
Concreto + 2% de Fibra Metálica Reciclada	190.07
Concreto + 3% de Fibra Metálica Reciclada	177.04

La tabla muestra los valores de resistencia a la compresión alcanzados por diferentes mezclas de concreto con fibras metálicas recicladas a los 14 días. El concreto con 1% de fibra reciclada obtuvo la mayor resistencia, mientras que el concreto con 3% presentó el valor más bajo. Estos resultados indican que el uso de fibra metálica reciclada mejora la resistencia del concreto, especialmente en menor proporción.

**Figura 52**

Actitud del concreto durante 14 días.



La figura muestra la resistencia a la compresión del concreto con fibra metálica reciclada a los 14 días. El concreto con 1% de fibra reciclada presentó la mayor resistencia, superando al concreto estándar y a las mezclas con mayor porcentaje de fibra reciclada.

Fuerza compresiva en 28 días de secado.

**Tabla 76**

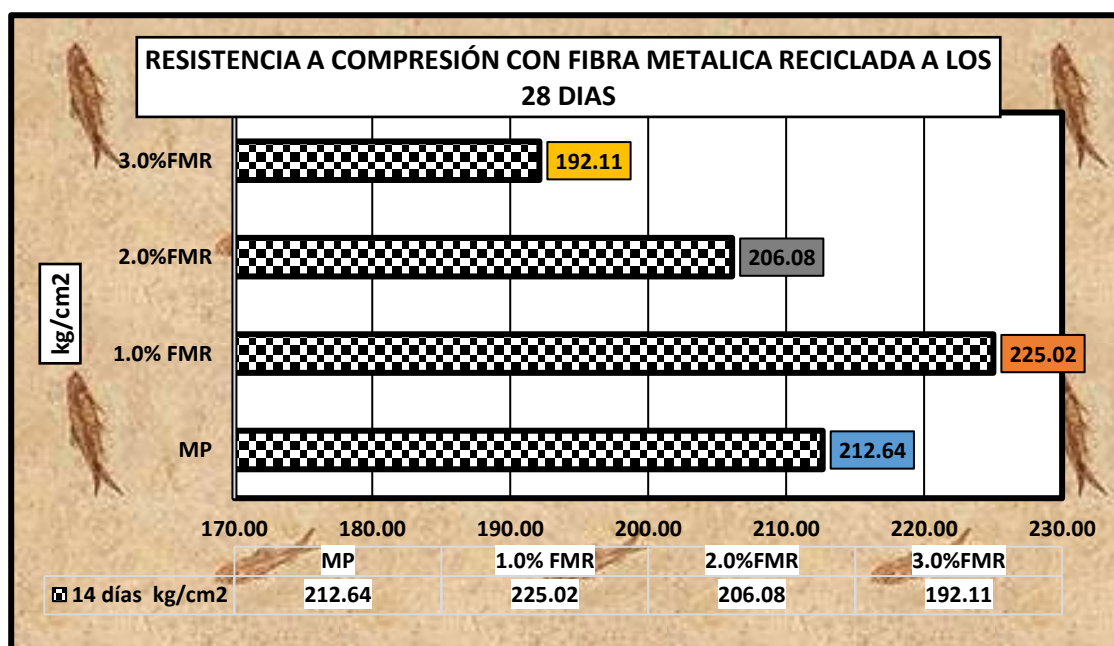
Valores logrados durante 28 días.

ELEMENT.	28 DÍAS
Concreto Estándar	212.64
Concreto + 1% de Fibra Metálica Reciclada	225.02
Concreto + 2% de Fibra Metálica Reciclada	206.08
Concreto + 3% de Fibra Metálica Reciclada	192.11

La tabla muestra los valores de resistencia a la compresión del concreto con fibra metálica reciclada a los 28 días. Se observa que el concreto con 1% de fibra reciclada tiene la mayor resistencia, seguido por el concreto estándar y las mezclas con 2% y 3% de fibra reciclada.

**Figura 53**

Actitud del concreto durante 28 días.



Esta figura muestra la resistencia a la compresión del concreto con diferentes porcentajes de fibra metálica reciclada a los 28 días. Se destaca que el concreto con 1% de fibra reciclada tiene la mayor resistencia, mientras que el concreto con 3% de fibra reciclada presenta la menor resistencia.

### 4.3 Comparación de los valores de resistencia a flexión.

Módulo de rotura en 7 días de secado.

**Tabla 77**

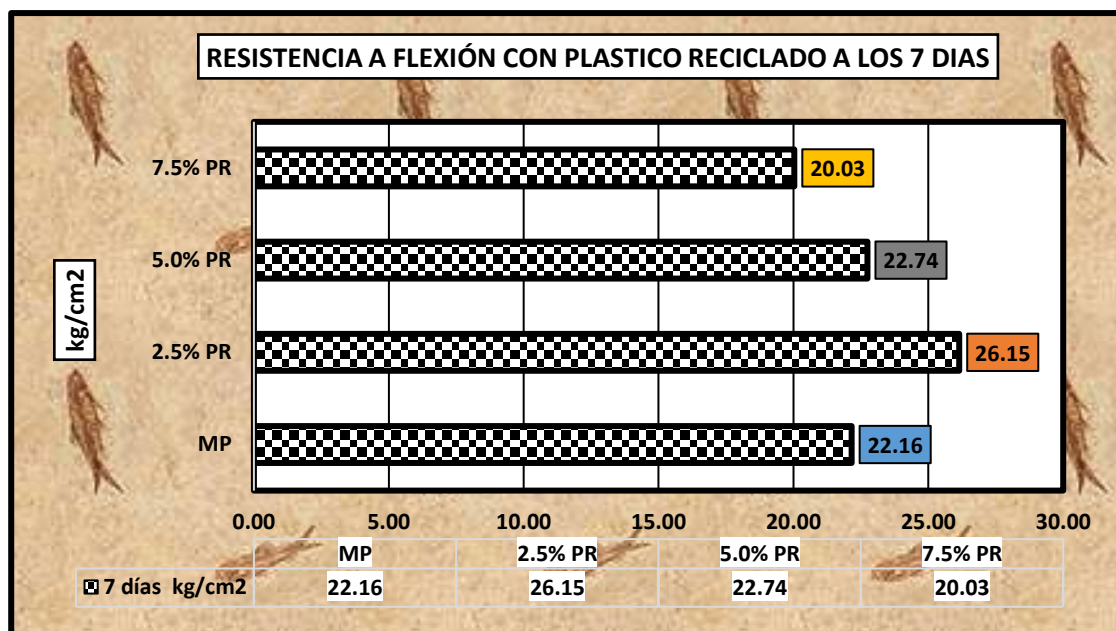
*Módulo de ruptura, durante 7 días*

ELEMENT.	7 DÍAS
Concreto Estándar	22.16
Concreto + 2.5% de Plástico Reciclado	26.15
Concreto + 5.0% de Plástico Reciclado	22.74
Concreto + 7.5% de Plástico Reciclado	20.03

Esta tabla muestra el módulo de ruptura del concreto con diferentes porcentajes de plástico reciclado a los 7 días. El concreto con 2.5% de plástico reciclado presenta el mayor módulo de ruptura, mientras que el concreto con 7.5% de plástico reciclado tiene el menor valor.

**Figura 54**

*Ruptura por flexión durante 7 días*



Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado presenta la mayor resistencia, mientras que el concreto con 7.5% de plástico reciclado tiene el valor más bajo.

Módulo de rotura en 14 días de secado.

**Tabla 78**

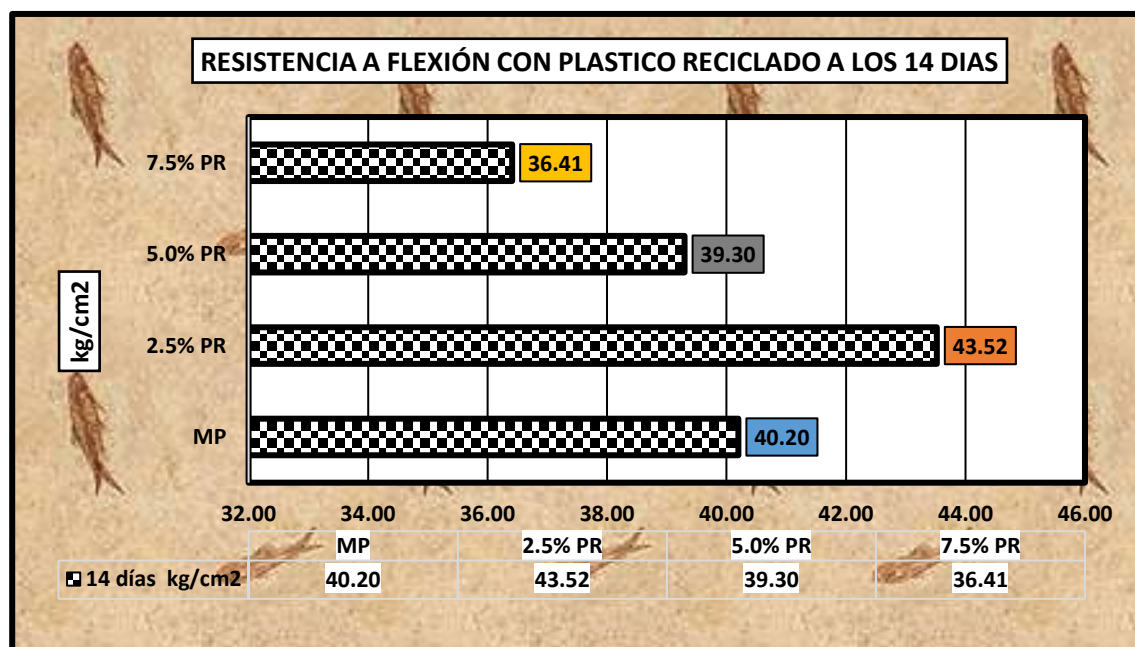
*Módulo de ruptura, durante 14 días*

ELEMENT.	14 DÍAS
Concreto Estándar	40.20
Concreto + 2.5% de Plástico Reciclado	43.52
Concreto + 5.0% de Plástico Reciclado	39.30
Concreto + 7.5% de Plástico Reciclado	36.41

Esta tabla presenta el módulo de ruptura del concreto con diferentes porcentajes de plástico reciclado durante 14 días. Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado tiene el mayor módulo de ruptura, mientras que el concreto con 7.5% de plástico reciclado muestra el valor más bajo.

**Figura 55**

*Ruptura por flexión durante 14 días*



Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado presenta la mayor resistencia a flexión, mientras que el concreto con 7.5% de plástico reciclado tiene la menor resistencia en este periodo.

Módulo de rotura en 28 días de secado.

**Tabla 79**

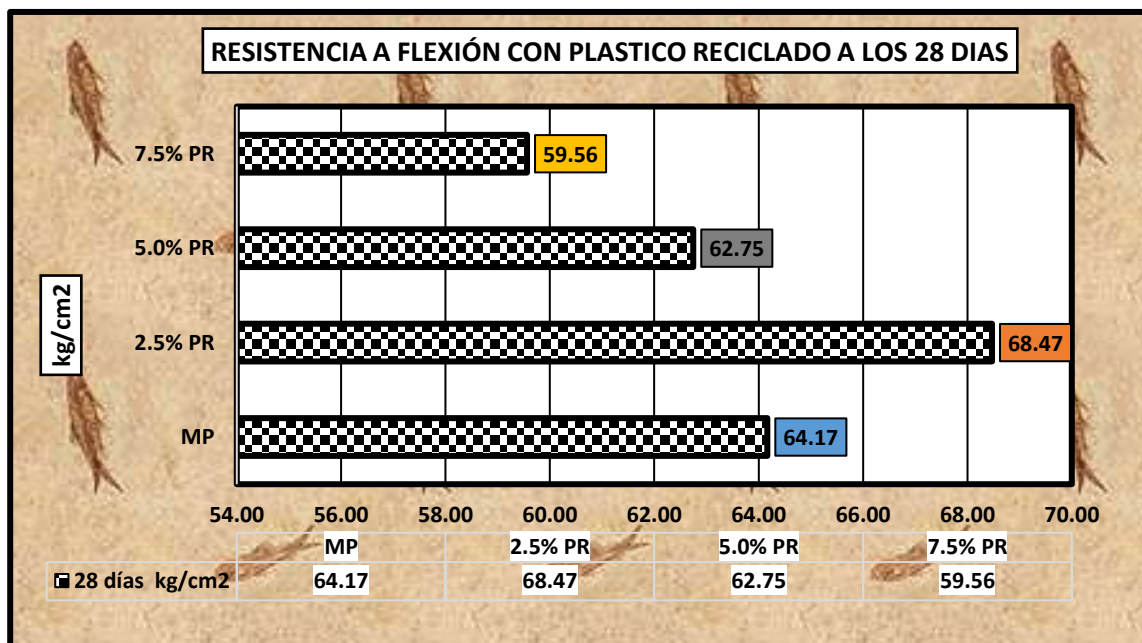
*Módulo de ruptura, durante 28 días*

ELEMENT.	28 DÍAS
Concreto Estándar	64.17
Concreto + 2.5% de Plástico Reciclado	68.47
Concreto + 5.0% de Plástico Reciclado	62.75
Concreto + 7.5% de Plástico Reciclado	59.56

Esta tabla presenta los valores del módulo de ruptura del concreto con diferentes porcentajes de plástico reciclado a los 28 días. Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado tiene el mayor módulo de ruptura, mientras que el concreto con 7.5% de plástico reciclado muestra el valor más bajo.

**Figura 56**

*Ruptura por flexión durante 28 días*



Se observa que el concreto con 2.5% de plástico reciclado tiene el mayor valor de resistencia, mientras que el concreto con 7.5% de plástico reciclado muestra el valor más bajo.

### CONCRETO + FIBRA METÁLICA RECICLADA.

Módulo de rotura en 7 días de secado.

**Tabla 80**

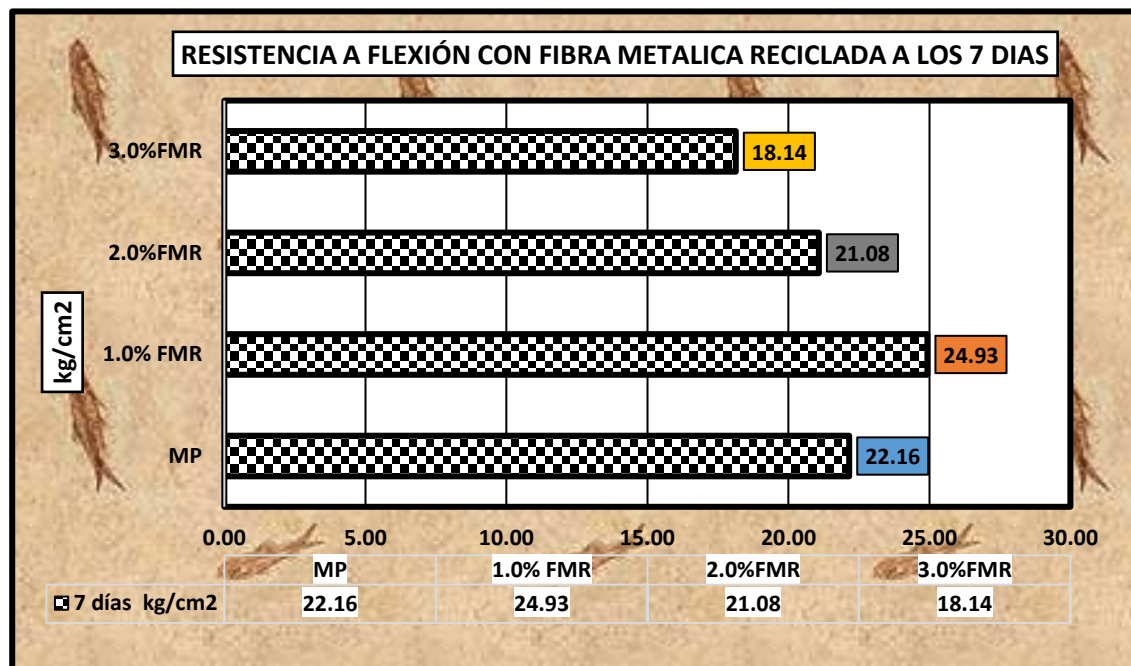
*Módulo de ruptura, durante 7 días*

ELEMENT.	7 DÍAS
Concreto Estándar	22.16
Concreto + 1% de Fibra Metálica Reciclada	24.93
Concreto + 2% de Fibra Metálica Reciclada	21.08
Concreto + 3% de Fibra Metálica Reciclada	18.14

Esta tabla presenta el módulo de ruptura del concreto con varios porcentajes de fibra metálica reciclada después de 7 días. El valor más alto se registra para el concreto con un 1% de fibra reciclada, mientras que el concreto con un 3% de fibra reciclada muestra el módulo más bajo.

**Figura 57**

*Rotura a flexión al día 7*



El concreto con 1% de fibra metálica reciclada tiene la mayor resistencia a flexión, mientras que el concreto con 3% de fibra muestra la menor resistencia.

**Tabla 81**

*Módulo de ruptura, durante 14 días*

ELEMENT.	14 DÍAS
Concreto Estándar	40.20
Concreto + 1% de Fibra Metálica Reciclada	42.73
Concreto + 2% de Fibra Metálica Reciclada	38.32
Concreto + 3% de Fibra Metálica Reciclada	35.32

La tabla muestra el módulo de ruptura del concreto con diferentes porcentajes de fibra metálica reciclada durante 14 días. El concreto con 1% de fibra reciclada tiene el mayor módulo de ruptura, mientras que el concreto con 3% muestra el valor más bajo.

**Figura 58**

*Rotura a flexión al día 14*



La figura muestra la resistencia a flexión del concreto con fibra metálica reciclada después de 14 días. El concreto con 1% de fibra reciclada presenta la mayor resistencia, mientras que el 3% tiene la menor, con el concreto estándar mostrando un valor intermedio.

**Tabla 82**

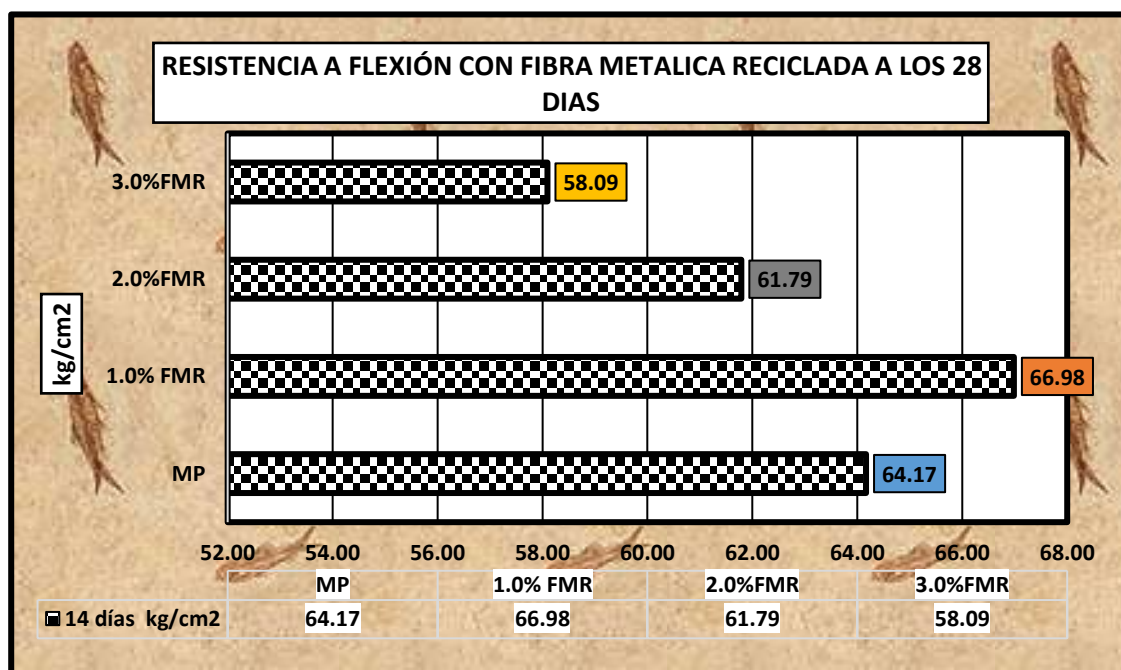
*Módulo de ruptura, durante 28 días.*

ELEMENT.	28 DÍAS
Concreto Estándar	64.17
Concreto + 1% de Fibra Metálica Reciclada	66.98
Concreto + 2% de Fibra Metálica Reciclada	61.79
Concreto + 3% de Fibra Metálica Reciclada	58.09

La tabla muestra el módulo de ruptura del concreto con diferentes porcentajes de fibra metálica reciclada a los 28 días. El concreto con 1% de fibra reciclada tiene el mayor valor de resistencia, mientras que el concreto con 3% de fibra reciclada presenta el valor más bajo.

**Figura 59**

*Rotura a flexión al día 28.*



La figura muestra la resistencia a flexión del concreto con fibra metálica reciclada a los 28 días. El concreto con 1% de fibra metálica reciclada tiene la mayor resistencia, mientras que el concreto con 3% de fibra reciclada presenta la resistencia más baja.

#### 4.4 Discusión de resultados

Según Gonzales (2020), el hormigón reforzado con fibras no se utiliza ampliamente en el país, especialmente en Cajamarca, debido a la falta de investigación experimental y legislación explícita que lo justifique. El hormigón convencional se utiliza ampliamente en ingeniería civil; sin embargo, este tipo de hormigón presenta varias desventajas, como la falta de resistencia a la tracción y a la flexión, así como la tendencia a agrietarse en condiciones de humedad. El propósito de este estudio es investigar el impacto de la incorporación de fibra de acero con la denominación "Sika Fibre CHO 65/35 NB" en las características mecánicas del hormigón. Para este propósito, se utilizaron cemento Pacasmayo tipo 1, agregados regionales, Sikament 290N y agua del campus universitario. Como parte de los ensayos de compresión, tracción, flexión y consistencia realizados a los 7, 14 y 28 días, se fabricaron 270 probetas, 180 prismáticas y 90 cilíndricas. Los resultados demostraron que la incorporación de fibras al hormigón provocó una pérdida de trabajabilidad y consistencia, aunque ofreció mejoras moderadas en la resistencia a la compresión y a la tracción. Por otro lado, la adición de Sikament 290N aumentó la resistencia a la compresión.

#### **El impacto del plástico reciclado y la fibra metálica reciclada en el comportamiento de asentamiento del hormigón**

Según los resultados de los ensayos de asentamiento, la incorporación de plástico reciclado (PR) y fibra metálica reciclada (RMF) al hormigón provocó una disminución gradual de la trabajabilidad del material de construcción. La mezcla estándar (ME) presentó un desplome promedio de 9,5 cm, pero el asentamiento se redujo a 9 cm gracias a la adición de 2,5 % de plástico reciclado (PR) y a 7,5 cm gracias a la adición de 7,5 % de plástico reciclado (PR). De forma similar, la incorporación de RMF redujo el asentamiento. Este fue de 8,6 cm con 1,0 % de plástico reciclado (PR), pero se redujo a 6,9 cm con 3,0 % de plástico reciclado (PR). Esta pérdida de trabajabilidad se debe a que el plástico reciclado (PR) no mejora la fluidez de la mezcla y las fibras metálicas mejoran la cohesión



interna, lo que dificulta su flujo. Ambos factores contribuyen a la disminución de la trabajabilidad. Si bien esta disminución puede ser un problema en proyectos a gran escala, también indica que los componentes reciclados alteran las características del hormigón.

El plástico y la fibra metálica reciclados tienen un impacto significativo en la resistencia a la compresión. La incorporación de PR y FMR resultó en una ligera mejora de la resistencia a la compresión del hormigón. En concreto, la resistencia a la compresión del hormigón aumentó a 222,75 kg/cm<sup>2</sup> (+4,8 %) con un 2,5 % de PR, pero también se redujo considerablemente a 189,84 kg/cm<sup>2</sup> (-10,7 %) con un 7,5 % de PR. En cuanto a la FMR, se observó una mejora del 5,8 % con un 1,0 % de FMR, mientras que con un 3,0 % de FMR se observó una reducción del -9,7 %. Si bien los aditivos reciclados pueden reforzar la matriz del hormigón cuando se utilizan en cantidades adecuadas, estos hallazgos indican que concentraciones excesivas de estos aditivos podrían comprometer la integridad estructural del hormigón. Esto podría deberse a la formación de huecos o a la acción lubricante del plástico.

El plástico reciclado y la fibra metálica reciclada afectan la resistencia a la flexión del material. Se observó un patrón similar en la resistencia a la flexión, que mostró una mejora del 6,7 % con un 2,5 % de RP, pero una disminución con fracciones de RP mayores. Esto se observó en comparación con la resistencia a la compresión. En cuanto a la FMR, la resistencia a la flexión alcanzó su punto máximo con un 1,0 % de FMR, lo que representa una mejora del 6,7 %, pero disminuyó tras alcanzar el 2,0 % y el 3,0 % de FMR. Con base en estos hallazgos, se puede concluir que la RP contribuye a la reducción de las tensiones internas, mientras que el FMR actúa como refuerzo en cantidades muy pequeñas. Sin embargo, cuando ambos aditivos están presentes en mayores cantidades, causan discontinuidades en la matriz, lo que a su vez reduce la capacidad del hormigón para soportar tensiones de flexión.

## CONCLUSIONES

**General**, la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en la mezcla para un concreto hidráulico mejora las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y flexión, cuando se utiliza en proporciones controladas, estos materiales reciclados contribuyen a la sostenibilidad del concreto, pero su exceso puede afectar negativamente sus propiedades; en tal sentido, el uso de estos materiales es de gran significancia, siempre y cuando se controle adecuadamente su dosificación.

**Primera**, la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada disminuye significativamente la trabajabilidad del concreto, especialmente en proporciones superiores al 5%, esto se traduce en un menor asentamiento de la mezcla, lo que podría dificultar su manipulación y colocación en campo; la pérdida de trabajabilidad se atribuye a la baja fluidez del plástico reciclado y al aumento de cohesión interna por las fibras metálicas recicladas.

**Segunda**, las proporciones moderadas de 2.5% de plástico reciclado y 1.0% de fibra metálica reciclada mejoran ligeramente la resistencia a la compresión, alcanzando aumentos del 4.8% y 5.8% respectivamente a los 28 días. Sin embargo, proporciones mayores reducen la resistencia debido a la formación de vacíos y la interrupción de la cohesión de la matriz cementante, con pérdidas de hasta el 10.7% con incorporación de 7.5% de plástico reciclado y 9.7% con adición de 3.0% fibra metálica reciclada.

**Tercera**, la resistencia a la flexión también presenta mejoras con 2.5% de plástico reciclado (+6.7%) y con 1.0% de fibra metálica reciclada (+4.4%), pero disminuye significativamente con proporciones mayores, registrando pérdidas de hasta 9.5% con 3.0% fibra metálica reciclada, esto evidencia que los aditivos en exceso generan discontinuidades que afectan la integridad estructural bajo cargas de flexión.



## RECOMENDACIONES

**Primera,** se recomienda optimizar las proporciones de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en concreto para mejorar sus propiedades mecánicas sin comprometer su cohesión. Es crucial realizar ensayos de durabilidad para evaluar su desempeño en condiciones climáticas extremas. Además, se debe controlar la dosificación para mantener la trabajabilidad y garantizar su viabilidad en aplicaciones estructurales.

**Segunda,** se recomienda la utilización de la combinación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones óptimas, con la finalidad de conocer de qué manera influirían en las propiedades físicas que trabajabilidad de las mezclas de concreto.

**Tercera,** se recomienda el tratamiento del óptimo porcentaje de plástico reciclado con cantidades variables de fibra metálica reciclada, a fin de mejorar las propiedades de resistencia a la rotura por cargas axiales, lo que aportaría a una combinación mejor de ambos materiales en trabajos de concreto.

**Cuarta,** se recomienda la utilización de materiales similares al plástico reciclado y fibra metálica reciclada, ya que su composición y las cantidades en las que se incorporan, influirían en las propiedades de deflexiones de losas de concreto, haciendo que son forma y cantidad aporten una gran variación de la flexocompresión de un concreto, haciendo que los materiales reciclados aportarían en gran medida a la tecnología de concretos.



## REFERENCIAS

- Abanto, C. F. (2005). *Tecnología Del Concreto ( Teoría Y Problemas)*. Lima: San Marcos.
- Abanto, F. (2000). *Tecnología Del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Adrián, Y. (2023). *concreto*. Alemania: concepto definición. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/concreto/>.
- ALEXANDER, C. M., & APAZA, N. P. (2015). *ESTUDIO COMPARATIVO DE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO DRAMIX EN LA CIUDAD DE JULIACA*. Juliaca- Peru: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Amin, N., & Honores, A. (2020). *HORMIGÓN SUSTENTABLE BASADO EN FIBRAS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO*. Chile: Universidad de Atacama.
- ANGARITA, E. D. (2018). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES DE CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO DE LLANTAS RECICLADAS*. Bogota: Universidad de Lasalle.
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Arias, G. J. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación* . Arequipa-Perú: ENFOQUES CONSULTING EIRL.
- BASTOS, P. S. (2019). *FUNDAMENTOS CONCRETOPROTENDIDO* . UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.
- Beltran, C. (2019). *Optimizacion En La Produccion De Agregados De Construccion*. Library.
- Cabrera, S. P., Gonzalez, A., & Rotondaro, R. (2020). *Resistencia a compresión en Bloques de Tierra Comprimida: Comparación entre diferentes métodos de ensayo*. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.



- Caicedo, R. L., & Gutierrez, Z. E. (2021). *Medición de humedad en suelos, revisión de métodos y características*. Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI.
- Carlos Albeiro Pacheco Bustos. (2022). *Residuos de construcción y demolición (RCD)*. Universidad del Norte, Colombia: Redalyc .org.
- Carrasco, S. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Lima: San Marcos.
- CARRILLO, J., & Diaz, C. (2022). *Mechanical Properties of Concrete Slabs Reinforced with Recycled Steel Fibers from Post-Consumer Tires in Bogotá, Colombia\**. *Science and Engineering Neogranadina*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- Collanqui, C. L., & Manuel, G. C. (2022). *Influencia de la adición de fibra de acero reciclado producto de residuos de neumáticos en las propiedades físico mecánicas del concreto con relación A/C=0.45 y en el fisuramiento por contracción plástica en losas en la ciudad de Juliaca - 2022*. Juliaca-Perú: Universidad Continental .
- Contreras Delgado, W. A. (2019). *Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén - Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Damiano, R. &. (2021). *Concreto con plastico reciclado y su influencia en la calidad en elementos estructurales para viviendas de 2 pisos Abancay, 2021*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. .
- De la Cruz Mercado, W. &. (2020). *Influencia de la adición de Fibras de Acero en el concreto empleando para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho*. Ayacucho-Perú: Universidad Nacional de Huacavelica.
- Dusan, S. S., & Hurtao, H. D. (2019). *Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinoa y Chontaduro*. Universidad Nacional de Colombia.
- Farfán, C. M., Pinedo, D. D., & Araujo Novoa, J. (2019). *Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto*. Universidad César Vallejo.



- Feijóo, P. J., & Sanchez, M. L. (2020). *Características físico-mecánicas de los agregados con adición de policarboxilato para mejorar las propiedades del concreto*. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Gilberto, S.-C. R. (2019). *Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción*. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Gómez, G., & Cohen, N. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Buenos Aires, Argentina: Editorial Teseo.
- GONZALES, I. V. (2020). *COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO PARA UNA RESISTENCIA DE 500 Kg/cm<sup>2</sup>*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- GREEN., E. (2022). *Preguntas frecuentes sobre la trituración de neumáticos, 2022*. Disponible en: <https://ecogreenequipment.com/es/parts-and-services/faqs/>.
- GUILLÉN, F. L., & LLERENA, T. I. (2020). *Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto*. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma .
- Hernandez & Baptista. (2021). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2019). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Herrera, V. A. (2022). *Influencia de fibras de acero y vidrio en propiedades mecánicas en ladrillos de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>, San Roman-Puno*. Puno-Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Jaimes, E. D., & García, C. J. (2020). *Importancia del concreto en el campo de la construcción*. Formacion Estrategica.
- JUÁREZ Victorio, D. A. (2021). *"Evaluación de propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021*. Cusco: Universidad Cesar Vallejo.



- Juárez, V. D. (2021). *“Evaluación de propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021”*. Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Lopez, E. (2021). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima-Perú: Editorial Angel Gomez Srl.
- Lopez, L. G. (2021). *El Concreto y Otro Materiales Para la Construcción*. Universidad Nacional de Colombia.
- López, L. G. (2023). *El Concreto Y Otros Materiales De Construcción*. Colombia: Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales.
- Manning, J. (2019). *The performance of concrete containing recycled plastic aggregates. Illinois*. Eastern Illinois University.
- Miranda, E. A. (2021). *Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de Caña) y Fibras Sintéticas (Polipropileno)*. Bogota-Colombia : Universidad Militar Nueva Granada.
- Moreno, A. L., & Rodríguez, P. K. (2019). *Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería.
- Nel, L. (2019). *Metodología de la Investigación*. Lima: Editorial MACRO.
- Ñaupas Tenorio, D. J. (2019). *Comportamiento mecánico del concreto reforzados con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en los Olivos, Lima - Perú*. Lima-Perú: Universidad San Martin de Porres.
- Ochoa, G. J. (2022). *Análisis comparativo del uso de diferentes aditivos químicos para concreto de la marca MAPEI*. Universidad de Antioquia.
- Pino, R. (2018). *Metodología de la investigación - Elaboracion de diseños para contrastar hipótesis*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Proaño, M. (2021). *Temas De Hormigon Armado*. Ecuador: Reverte.
- Rivera. (2021). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca: Civilgeeks.



- Rivera, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. Lima: Lima.
- Rodriguez, A. (2004). *Manual De Practicas De Laboratorio De Concreto*. Mexico: UACH.
- ROJAS, L. (2014). *Estudio de viabilidad de utilización de fibras de acero para hormigones convencionales y autocompactantes*. . España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- SACHINPREET, L. (2019). *Study of Characteristics Strength of Concrete with Steel Fibre*. India: Lovely Professional University.
- Solares, R. (2022). *Evaluación Y Análisis De Mezcla De Concreto, Elaboradas Con Agregados De Origen Petreo (Canto Rodado Y Trituración) Y Escoria De Acería*. Guatemala: Biblioteca USAC.
- Torres, A. (2019). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles*. Lima: UNI.
- Viera, P., & Morillo, D. (2022). *Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, y cemento, cal y arena*. Universidad Central del Ecuador .
- Yadira, C. d. (2022). *Validez y confiabilidad en instrumentos de investigación*. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela : Revista Ciencias de la Educación.



## ANEXOS



## Anexo 1. Matriz de Consistencia

TITULO DE TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuáles son las propiedades de un concreto hidráulico modificado con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro 2024?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar las propiedades de un concreto hidráulico modificado con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro 2024.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> Las propiedades de un concreto hidráulico modificado mejorarán con adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables en la provincia de Azángaro 2024.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Porcentaje de dosificación en 2.5% de plástico reciclado</li> <li>•Porcentaje de dosificación en 5.0% de plástico reciclado</li> <li>•Porcentaje de dosificación en 7.5% de plástico reciclado</li> <li>•Porcentaje de dosificación en 1.0% de fibra metálica reciclada</li> <li>•Porcentaje de dosificación en 2.0% de fibra metálica reciclada</li> <li>•Porcentaje de dosificación en 3.0% de fibra metálica reciclada</li> </ul>	Fichas y formatos de campo
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro?</p> <p>¿Cuál es el impacto de la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro?</p> <p>¿Cuál es la influencia de aplicación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.</p> <p>Determinar el impacto de la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.</p> <p>Determinar la influencia de aplicación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>El efecto de la incorporación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.</p> <p>El impacto de la adición de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables incrementará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.</p> <p>La influencia de aplicación de plástico reciclado y fibra metálica reciclada en proporciones variables mejorará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico modificado en la provincia de Azángaro.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b> PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Trabajabilidad (Slump)</li> <li>•Resistencia a la Compresión</li> <li>•Resistencia a la Flexión</li> </ul>	



## Anexo 2. Certificados de Calidad de laboratorio







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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

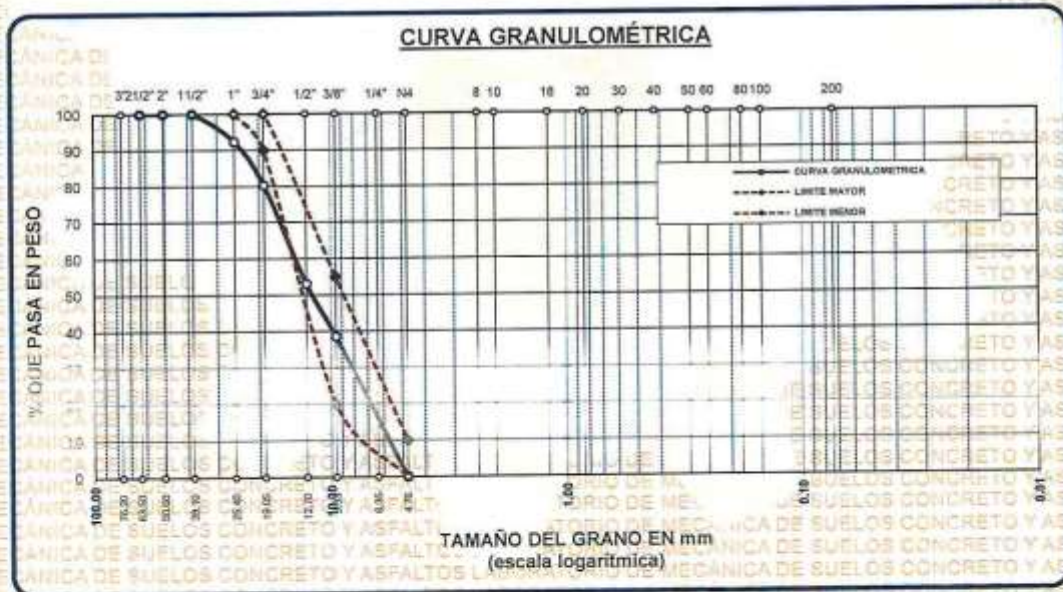
**SOLICITANTE** : BACHILLER LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

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

**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		OBSERVACIONES:
1"	25.400	265.00	7.57	7.57	92.43	100 %	
3/4"	19.050	421.00	12.03	19.60	80.40	90 - 100 %	
1/2"	12.700	954.00	27.26	46.86	53.14		
3/8"	9.525	508.00	14.51	61.37	38.63	20 - 55 %	
1/4"	6.350	214.00	6.11	67.49	32.51		
No4	4.760	1128.00	32.23	99.71	0.29	0 - 10 %	
BASE		10.00	0.29	100.00	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA					0.29		



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP, INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
AXILICA - TAMBAYES

Mgr. Arnaldo Iano Torres  
CIP 103257

BIE: B007-00060451



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** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO-2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER LENIN EMILIO SOLÓRZANO HUAYTA

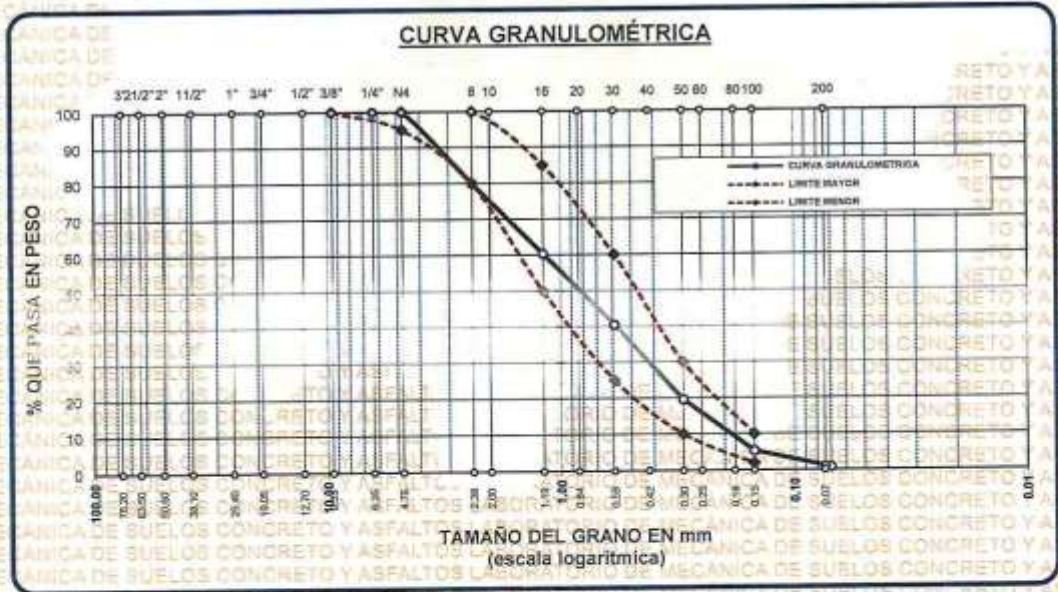
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.94
No8	2.380	99.87	19.97	19.97	80.03		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	98.26	19.65	39.63	60.37		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	99.47	19.89	59.52	40.48		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	104.36	20.87	80.39	19.61		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	71.25	14.25	94.64	5.36		
No200	0.074	22.39	4.48	99.12	0.88		
BASE		4.40	0.88	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.88					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257



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



### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

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

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

**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	410.26
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	389.89
PESO DEL TARRO (gr.)	38.38
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	371.88
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	351.51
PESO DEL AGUA (gr.)	20.37
% HUMEDAD	5.79

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	382.25
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	370.73
PESO DEL TARRO (gr.)	38.18
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	344.07
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	332.55
PESO DEL AGUA (gr.)	11.52
% HUMEDAD	3.46

**OBSERVACIONES:**

• LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
 LABORATORIO M.S.C.A. I.P.F. UANCV  
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257

BIE: B007 - 00060451





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** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO-MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZUAYAS 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

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

**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7992 gr	7992 gr	7992 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12854.00 gr	12834.00 gr	12854.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4862.00 gr	4842.00 gr	4862.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.519 gr/cm <sup>3</sup>	1.513 gr/cm <sup>3</sup>	1.519 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.517 gr/cm <sup>3</sup>	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7992 gr	7992 gr	7992 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13201.00 gr	13213.00 gr	13257.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5209.00 gr	5221.00 gr	5265.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.628 gr/cm <sup>3</sup>	1.631 gr/cm <sup>3</sup>	1.645 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.635 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



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

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER LENIN EMILIO SOLÓRZANO HUAYTA

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

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

**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

#### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

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

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de  $3" \text{ a } 4" (76.2 \text{ mm. A } 101.6 \text{ mm.})$ .

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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	2.51	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1617	1691
P.U. Suelto	1500	1586
% de Absorción	1.85	3.34
% de Humedad Natural	3.46	5.79
Modulo de Fineza	-	2.94

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Mgr. Arnaldo Yano Turpo  
CIP 103257

BIE : B007-00060451



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.94 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1617 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.606 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.606) \cdot (1617) = 979 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 \cdot 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (979) / (2.51 \cdot 1000) = 0.389 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.743 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.743) = 0.257 \text{ m}^3$$

$$(0.257) \cdot (2.55) \cdot 1000 = 655 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (979) \cdot (1.034641) = 1013 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (655) \cdot (1.0579) = 693 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 979 \cdot \left( \frac{3.46 - 1.85}{100} \right) - 655 \cdot \left( \frac{5.79 - 3.34}{100} \right) = 173$$

### 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	173	0.47
Agreg. Grueso	979	2.68	1013	2.77
Agreg. Fino	655	1.79	693	1.89
Aire	2.0		2.0	

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

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	80.42 Kg.
Agregado grueso húmedo	117.65 Kg.
Agua efectiva	20.10 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL  
M<sup>tr.</sup> Arnoldo Yana Torres  
CIP 103257



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 COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE**

BACH: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

FEBRERO DEL 2025

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

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	RET %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30658	15.01	176.95	173.26	210	01/02/2025	07/02/2025	7	82.50
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30563	14.98	176.24	173.41	210	01/02/2025	07/02/2025	7	82.58
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30551	14.98	176.24	173.35	210	01/02/2025	07/02/2025	7	82.55
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30595	15.01	176.95	172.90	210	01/02/2025	07/02/2025	7	82.33
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30526	14.98	176.24	173.20	210	01/02/2025	07/02/2025	7	82.46
Promedio De Esf. Rotura										82.49

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	RET %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34745	15.01	176.95	196.35	210	01/02/2025	14/02/2025	14	93.50
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34542	14.98	176.24	195.99	210	01/02/2025	14/02/2025	14	93.33
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34734	15.01	176.95	196.29	210	01/02/2025	14/02/2025	14	93.47
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34728	15.01	176.95	196.26	210	01/02/2025	14/02/2025	14	93.46
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34565	14.98	176.24	196.12	210	01/02/2025	14/02/2025	14	93.39
Promedio De Esf. Rotura										93.43

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	RET %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37456	14.98	176.24	212.52	210	01/02/2025	28/02/2025	28	101.20
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37635	15.02	177.19	212.40	210	01/02/2025	28/02/2025	28	101.14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37696	15.02	177.19	212.76	210	01/02/2025	28/02/2025	28	101.31
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37463	14.98	176.24	212.58	210	01/02/2025	28/02/2025	28	101.23
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37981	15.01	176.95	212.97	210	01/02/2025	28/02/2025	28	101.35
Promedio De Esf. Rotura										212.64

**RESERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnoldo Yano Torres  
CIP. 103257



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 COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

**SOLICITANTE:** BACH. LENIN EMILIO SOLÓRZANO HUAYTA  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 2.5% DE PLÁSTICO-RECICLADO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32284	15.01	178.95	182.45	210	01/02/2025	07/02/2025	7	86.88
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32134	14.98	176.24	182.33	210	01/02/2025	07/02/2025	7	86.82
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32125	14.98	176.24	182.28	210	01/02/2025	07/02/2025	7	86.80
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32294	15.01	176.95	182.50	210	01/02/2025	07/02/2025	7	86.91
5	BRIQUETA DE PRUEBA	32114	14.98	176.24	182.21	210	01/02/2025	07/02/2025	7	86.77
Promedio De Esf. Rotura					182.35					86.84

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36296	15.01	176.95	205.13	210	01/02/2025	14/02/2025	14	97.68
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36124	14.98	176.24	204.97	210	01/02/2025	14/02/2025	14	97.50
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36291	15.01	176.95	205.08	210	01/02/2025	14/02/2025	14	97.66
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36278	15.01	176.95	205.02	210	01/02/2025	14/02/2025	14	97.63
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36094	14.98	176.24	204.80	210	01/02/2025	14/02/2025	14	97.52
Promedio De Esf. Rotura					205.00					97.62

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39245	14.98	176.24	222.67	210	01/02/2025	28/02/2025	28	106.04
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39474	15.01	176.95	222.77	210	01/02/2025	28/02/2025	28	106.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39467	15.01	176.95	222.72	210	01/02/2025	28/02/2025	28	106.04
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39229	14.98	176.24	222.64	210	01/02/2025	28/02/2025	28	106.02
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39454	15.01	176.95	222.97	210	01/02/2025	28/02/2025	28	106.17
Promedio De Esf. Rotura					222.75					106.07

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

  
 Mgtr. Arnaldo Yano Torres  
 CIP: 103257  


BIE: B007-00060451



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN 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:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

**SOLICITANTE:** BACH: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

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

**FECHA:** FEBRERO DE 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 5% DE PLÁSTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29158	15.01	176.95	164.78	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.47
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29026	14.98	176.24	164.89	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.43
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29018	14.98	176.24	164.85	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.40
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29165	15.01	176.95	164.82	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.49
5	BRIQUETA DE PRUEBA	29035	14.98	176.24	164.74	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.45
Promedio De Esf. Rotura					164.74					78.45

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33241	15.01	176.95	187.86	210	01/02/2025	14/02/2025	14	89.45
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33057	14.98	176.24	187.82	210	01/02/2025	14/02/2025	14	89.34
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33257	15.01	176.95	187.95	210	01/02/2025	14/02/2025	14	89.50
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33251	15.01	176.95	187.91	210	01/02/2025	14/02/2025	14	89.48
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33076	14.98	176.24	187.67	210	01/02/2025	14/02/2025	14	89.37
Promedio De Esf. Rotura					187.80					89.43

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	35686	14.98	176.24	203.62	210	01/02/2025	28/02/2025	28	96.96
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36124	15.02	177.19	203.88	210	01/02/2025	28/02/2025	28	97.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36119	15.02	177.19	203.85	210	01/02/2025	28/02/2025	28	97.05
4	BRIQUETA DE PRUEBA	35954	14.98	176.24	203.66	210	01/02/2025	28/02/2025	28	96.98
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36112	15.01	176.95	204.28	210	01/02/2025	28/02/2025	28	97.15
Promedio De Esf. Rotura					203.82					97.06

OBSERVACIONE:  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MÓLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

*Mgr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRO 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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**TEMA**

**SOLICITANTE**

**LUGAR**

**FECHA**

BACH: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 7.5% DE PLÁSTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	f <sub>td</sub> %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	26865	15.01	176.95	151.82	210	01/02/2025	07/02/2025	7	72.30
2	BRIQUETA DE PRUEBA	26747	14.98	176.24	151.76	210	01/02/2025	07/02/2025	7	72.27
3	BRIQUETA DE PRUEBA	26761	14.98	176.24	151.64	210	01/02/2025	07/02/2025	7	72.31
4	BRIQUETA DE PRUEBA	26885	15.01	176.95	151.94	210	01/02/2025	07/02/2025	7	72.35
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26784	14.98	176.24	151.97	210	01/02/2025	07/02/2025	7	72.37
Promedio De Esf. Rotura					151.87					72.32

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	f <sub>td</sub> %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30945	15.01	176.95	174.88	210	01/02/2025	14/02/2025	14	83.26
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30786	14.98	176.24	174.68	210	01/02/2025	14/02/2025	14	83.18
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30938	15.01	176.95	174.84	210	01/02/2025	14/02/2025	14	83.26
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30932	15.01	176.95	174.81	210	01/02/2025	14/02/2025	14	83.24
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30786	14.98	176.24	174.69	210	01/02/2025	14/02/2025	14	83.19
Promedio De Esf. Rotura					174.78					83.23

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	f <sub>td</sub> %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33455	14.98	176.24	189.54	210	01/02/2025	28/02/2025	28	90.43
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33828	15.02	177.19	189.78	210	01/02/2025	28/02/2025	28	90.45
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33819	15.02	177.19	189.74	210	01/02/2025	28/02/2025	28	90.35
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33458	14.98	176.24	189.90	210	01/02/2025	28/02/2025	28	90.43
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33615	15.01	176.95	189.87	210	01/02/2025	28/02/2025	28	90.46
Promedio De Esf. Rotura					189.84					90.40

**OBSERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRO VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mge. Arnoldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE**

BACH: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 1% DE FIBRA METÁLICA RECICLADA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	f <sub>td</sub> %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32594	15.01	176.95	184.14	210	01/02/2025	07/02/2025	7	87.59
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32434	14.98	176.24	184.03	210	01/02/2025	07/02/2025	7	87.63
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32525	14.98	176.24	184.55	210	01/02/2025	07/02/2025	7	87.88
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32694	15.01	176.95	184.76	210	01/02/2025	07/02/2025	7	87.98
5	BRIQUETA DE PRUEBA	32514	14.98	176.24	184.48	210	01/02/2025	07/02/2025	7	87.85
Promedio De Esf. Rotura					184.39					87.81

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	f <sub>td</sub> %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36698	15.01	176.95	207.39	210	01/02/2025	14/02/2025	14	98.78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36724	14.98	176.24	208.37	210	01/02/2025	14/02/2025	14	99.22
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36691	15.01	176.95	207.35	210	01/02/2025	14/02/2025	14	98.74
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36878	15.01	176.95	207.28	210	01/02/2025	14/02/2025	14	98.70
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36494	14.98	176.24	207.07	210	01/02/2025	14/02/2025	14	98.60
Promedio De Esf. Rotura					207.49					98.81

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	f <sub>td</sub> %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39845	14.98	176.24	224.94	210	01/02/2025	28/02/2025	28	107.12
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39872	15.01	177.19	228.03	210	01/02/2025	28/02/2025	28	107.25
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39893	15.01	177.19	224.99	210	01/02/2025	28/02/2025	28	107.12
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39939	14.98	176.24	224.97	210	01/02/2025	28/02/2025	28	107.25
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39854	15.01	176.95	225.23	210	01/02/2025	28/02/2025	28	107.25
Promedio De Esf. Rotura					225.02					107.15

**OBSERVACIONES:**

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN CABRER  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

*Mgr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
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** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024  
**SOLICITANTE** : BACH. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 2% DE FIBRA METÁLICA RECICLADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29568	15.01	176.95	167.04	210	01/02/2025	07/02/2025	7	79.54
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29426	14.98	176.24	166.96	210	01/02/2025	07/02/2025	7	79.51
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29418	14.96	176.24	166.92	210	01/02/2025	07/02/2025	7	79.48
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29565	15.01	176.95	167.08	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.56
5	BRIQUETA DE PRUEBA	29435	14.98	176.24	167.01	210	01/02/2025	07/02/2025	7	78.53
Promedio De Esf. Rotura					167.00					79.53

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33641	15.01	176.95	190.12	210	01/02/2025	14/02/2025	14	90.53
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33487	14.98	176.24	189.89	210	01/02/2025	14/02/2025	14	90.42
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33657	15.01	176.95	190.21	210	01/02/2025	14/02/2025	14	90.57
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33651	15.01	176.95	190.17	210	01/02/2025	14/02/2025	14	90.56
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33476	14.98	176.24	189.94	210	01/02/2025	14/02/2025	14	90.45
Promedio De Esf. Rotura					190.07					90.51

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36286	14.98	176.24	205.89	210	01/02/2025	28/02/2025	28	98.04
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36524	15.02	177.19	206.13	210	01/02/2025	28/02/2025	28	98.16
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36513	15.02	177.19	206.11	210	01/02/2025	28/02/2025	28	98.15
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36294	14.98	176.24	206.30	210	01/02/2025	28/02/2025	28	98.15
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36812	15.01	176.95	206.34	210	01/02/2025	28/02/2025	28	98.13
Promedio De Esf. Rotura					206.08					98.13

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
*Mgtr. Arnaldo Yana Torres*  
CIF. 103257

BIE: B007-00060451



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS: CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÚCARO 2024

**SOLICITANTE:** BACH: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

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

**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 3% DE FIBRA METÁLICA RECICLADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	27285	15.01	176.95	154.08	210	01/02/2025	07/02/2025	7	73.97
2	BRIQUETA DE PRUEBA	27147	14.98	176.24	154.03	210	01/02/2025	07/02/2025	7	73.95
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27161	14.98	176.24	154.11	210	01/02/2025	07/02/2025	7	73.99
4	BRIQUETA DE PRUEBA	27285	15.01	176.95	154.20	210	01/02/2025	07/02/2025	7	73.43
5	BRIQUETA DE PRUEBA	27184	14.98	176.24	154.24	210	01/02/2025	07/02/2025	7	73.45
Promedio De Esf. Rotura					154.13					73.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	31345	15.01	176.95	177.14	210	01/02/2025	14/02/2025	14	84.35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31186	14.98	176.24	176.95	210	01/02/2025	14/02/2025	14	84.26
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31338	15.01	176.95	177.10	210	01/02/2025	14/02/2025	14	84.33
4	BRIQUETA DE PRUEBA	31332	15.01	176.95	177.07	210	01/02/2025	14/02/2025	14	84.32
5	BRIQUETA DE PRUEBA	31188	14.98	176.24	176.96	210	01/02/2025	14/02/2025	14	84.27
Promedio De Esf. Rotura					177.04					84.31

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33655	14.98	176.24	192.11	210	01/02/2025	28/02/2025	28	91.45
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34026	15.02	177.19	192.04	210	01/02/2025	28/02/2025	28	91.43
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34019	15.02	177.19	192.00	210	01/02/2025	28/02/2025	28	91.51
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33659	14.98	176.24	192.17	210	01/02/2025	28/02/2025	28	91.54
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34015	15.01	176.95	192.23	210	01/02/2025	28/02/2025	28	91.48
Promedio De Esf. Rotura					192.11					91.48

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
Mgtr. Arnoldo Yano Torres  
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR 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 FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

**SOLICITANTE:** BACH. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

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

**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

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

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1498.00	22.193	22.16	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1494.00	22.133		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1489.00	22.059		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1499.00	22.207		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1498.00	22.193		
Promedio De Est. Rotura					1495.60			7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2712.00	40.178	40.20	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2716.00	40.237		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2708.00	40.119		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2720.00	40.296		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2711.00	40.163		
Promedio De Est. Rotura					2713.40			14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4336.00	64.237	64.119	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4304.00	64.059		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4336.00	64.247		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4330.00	64.143		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4328.00	64.119		
Promedio De Est. Rotura					4331.20			28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A.  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 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 FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024  
**SOLICITANTE:** BACH. LENIN EMILIO SOLÓRZANO HUAYTA  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 2.5% DE PLÁSTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1758.00	26.044	26.15	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1765.00	26.148		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1771.00	25.237		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1762.00	26.104		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1768.00	26.193		7
Promedio De Est. Rotura					1764.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2941.00	43.570	43.52	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2935.00	43.481		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2938.00	43.526		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2940.00	43.556		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2934.00	43.467		14
Promedio De Est. Rotura					2937.60			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4625.00	68.519	68.47	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4619.00	68.430		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4615.00	68.411		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4622.00	68.471		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4625.00	68.519		28
Promedio De Est. Rotura					4621.80			

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERDEIRO VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

*Meqr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP/103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
JULIACA



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024.  
**SOLICITANTE:** BACH. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA.  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 5% DE PLÁSTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1536.00	22.756	22.74	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1540.00	22.615		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1531.00	22.681		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1535.00	22.741		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1534.00	22.726		
Promedio De Est. Rotura					1535.20			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2656.00	39.346	39.30	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2649.00	39.244		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2655.00	39.333		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2651.00	39.274		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2652.00	39.289		
Promedio De Est. Rotura					2652.60			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4238.00	62.785	62.74	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4231.00	62.681		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4247.00	62.818		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4234.00	62.741		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4238.00	62.711		
Promedio De Est. Rotura					4235.40			

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES MELAGUER  
FICP - IAP, INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C. JEFATURA JULIACA  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE:** BACH. LENIN EMILIO SOLÓRZANO HUAYTA  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRON CON LA INCORPORACIÓN DE 7.5% DE PLÁSTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1354.00	20.059	20.03	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1352.00	20.030		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1349.00	19.985		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1351.00	20.015		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1355.00	20.074		7
Promedio De Esf. Rotura					1352.20			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2496.00	36.385		14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2460.00	36.444		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2482.00	36.474	36.41	14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2453.00	36.341		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2458.00	36.415		14
Promedio De Esf. Rotura					2457.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4036.00	59.544		28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4015.00	59.481		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4019.00	59.541	59.56	28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4020.00	59.556		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4022.00	59.585		28
Promedio De Esf. Rotura					4020.40			

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIA INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



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 FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA** - EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE** - BACH. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

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

**FECHA** - FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 1% DE FIBRA METÁLICA RECICLADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1689.00	25.022	24.93	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1678.00	24.859		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1685.00	24.983		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1679.00	24.874		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1693.00	24.933		7
Promedio De Esf. Rotura					1682.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2886.00	42.756	42.73	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2890.00	42.815		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2882.00	42.698		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2880.00	42.667		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2885.00	42.741		14
Promedio De Esf. Rotura					2884.60			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4526.00	67.037	67.28	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4517.00	66.919		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4515.00	66.889		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4528.00	67.281		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4522.00	66.993		28
Promedio De Esf. Rotura					4521.40			

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

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

LABORATORIO M.S.C.A. (FEBRATURA)

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257

BIE : B007 - 00060451



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 FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

**SOLICITANTE:** BACH. LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA.  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 2% DE FIBRA METALICA RECICLADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1425.00	21.111	21.08	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1419.00	21.022		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1429.00	21.170		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1422.00	21.067		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1420.00	21.037		
Promedio De Esf. Rotura					1423.00			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2589.00	38.356	38.32	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2561.00	38.237		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2568.00	38.341		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2585.00	38.296		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2591.00	38.385		
Promedio De Esf. Rotura					2586.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4168.00	61.748	61.852	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4175.00	61.852		
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4170.00	61.778		
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4172.00	61.807		
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4169.00	61.763		
Promedio De Esf. Rotura					4170.80			

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACIP - BACH. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.  
JEFATURA

Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
C.P. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

**SOLICITANTE**

BACH: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 3% DE FIBRA METÁLICA RECICLADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1226.00	18.163	18.14	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1219.00	18.059		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1225.00	18.148		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1224.00	18.133		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1227.00	18.178		7
Promedio De Est. Rotura					1224.20			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2385.00	35.333	35.32	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2381.00	35.274		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2391.00	36.422		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2383.00	35.304		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2380.00	35.259		14
Promedio De Est. Rotura					2384.00			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3921.00	58.285	58.09	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3913.00	58.244		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3923.00	58.119		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3925.00	58.148		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3920.00	58.074		28
Promedio De Est. Rotura					3921.40			

**OBSERVACIONE:**

1. LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
CIP: 103257



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 12-06-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LENIN EMILIO SOLORZANO HUAYTA

Dirección: CALLE 18 Urb. SAN JULIAN Mz. D2 Lt. 14

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73746342

Teléfono: 928 240 895 email: huaytalen@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: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO  
CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO Y FIBRA METÁLICA RECICLADA EN  
PROPORCIONES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): RESISTENCIA LA COMPRESIÓN, AGREGADOS GRUESO, AGREGADOS FINOS, CEMENTO

¿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  Titulo  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

12-06-2025

Fecha