

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y  
macrofibras sintéticas en el concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco - Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y  
macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023**

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

---

**Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 127-2024-UNDAC/UIFI**

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

Tesis:

**Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y  
macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023**

Apellidos y nombres de los tesistas:

**Bach. ROMERO HUAMAN, Joseph Benjamin**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. REQUIS CARBAJAL, Luis Villar**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**27 %**

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 25 de mayo del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA  
CACERES Reynaldo FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 25.05.2024 17:21:14 -05:00

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada **a mis padres y hermanos** por su apoyo incondicional y emocional por todos estos años para lograr el cumplimiento de mis objetivos y por motivarme cada día a seguir adelante y nunca dejar de creer en mí.

**Al señor todo poderoso Dios**, por la bendición que me da cada día para la guía y sabiduría en cada paso que doy.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, la cual me permitió realizar mis estudios superiores en la carrera de Ingeniería Civil y en el proceso de titulación para la formación profesional de mi persona y así seguir llevando con orgullo el nombre de la E.F.P de Ingeniería Civil y sobre todo de la UNDAC.

A mi asesor por su dedicación y esfuerzo compartiendo sus conocimientos y enseñanzas para el éxito del presente trabajo de investigación.

A los docentes de mi escuela en la orientación y la formación de conocimientos para el desarrollo adecuado del proyecto de tesis.

A mis padres y hermanos por el apoyo mutuo en todo el proceso de elaboración de mi tesis.

## RESUMEN

El propósito de la investigación de la tesis fue evaluar y comparar la resistencia a la flexión del concreto con una resistencia de  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, al añadir 20 kg y 40 kg de fibras de acero y 5 kg y 9 kg de macrofibras sintéticas como refuerzo, en comparación con un diseño tradicional. Para llevar a cabo esta comparación, se fabricaron 45 probetas prismáticas de dimensiones 0.15 m x 0.15 m x 0.55 m, utilizando cemento Portland tipo I de Andino, agregado grueso y piedra triturada suministrados por la Cantera Sacrafamilia. Se siguieron diversas normativas, como NTP 400.037 y NTP 400.012, para evaluar propiedades físicas de los agregados; ACI 211 para la formulación de la mezcla; y NTP. 339.183 para realizar curado y flexión de vigas de concreto, utilizando como referencia las normas ASTM C78 y NTP 339.078. La investigación se dividió en etapas: la primera etapa se realizó la recopilación y estudio del marco teórico de nuestra investigación. La segunda etapa involucró el análisis de las pruebas de laboratorio de las propiedades del agregado grueso y fino, seguido por el desarrollo de diseños experimentales. Posteriormente, se procedió a la preparación de probetas prismáticas, utilizando técnicas e instrumentos basados en las normas ASTM y en la normativa peruana. Finalmente, se llevaron a cabo la tabulación, procesamiento, discusión e interpretación de los resultados obtenidos. Una vez obtenidos los resultados, se deriva la conclusión: Las fibras de acero y las macrofibras sintéticas se identifican como una alternativa eficaz que permite optimizar y reducir los recursos necesarios para la elaboración del concreto. Estos materiales adicionales muestran un buen desempeño mejorando significativamente las propiedades mecánicas del concreto y generando resultados positivos en el diseño experimental del concreto.

**Palabra clave:** fibra de acero, macrofibras sintéticas, resistencia a la flexión.

## ABSTRACT

The purpose of the thesis research was to evaluate and compare the flexural strength of concrete with a strength of  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, by adding 20 kg and 40 kg of steel fibers and 5 kg and 9 kg of synthetic macrofibers as reinforcement, compared to a traditional design. To carry out this comparison, 45 prismatic specimens of dimensions 0.15 m x 0.15 m x 0.55 m were manufactured using Andino Portland cement type I, coarse aggregate and crushed stone supplied by the Sacrafamilia Quarry. Several standards were followed, such as NTP 400.037 and NTP 400.012, to evaluate the physical properties of the aggregates; ACI 211 for the formulation of the mix; and NTP. 339.183 to perform curing and bending of concrete beams, using ASTM C78 and NTP 339.078 as reference standards. The research was divided into stages: the first stage involved the compilation and study of the theoretical framework of our research. The second stage involved the analysis of laboratory tests of coarse and fine aggregate properties, followed by the development of experimental designs. Subsequently, prismatic specimens were prepared using techniques and instruments based on ASTM and Peruvian standards. Finally, the results obtained were tabulated, processed, discussed and interpreted. Once the results were obtained, the conclusion is derived: Steel fibers and synthetic macrofibers are identified as an effective alternative that allows optimizing and reducing the resources needed for the elaboration of concrete. These additional materials show a good performance improving significantly the mechanical properties of concrete and generating positive results in the experimental design of concrete.

**Keyword:** steel fiber, synthetic macrofibers, flexural strength.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de la construcción presenta una mayor demanda en el campo de la ingeniería civil y de la arquitectura en lo que respecta a la solución de problemas y la satisfacción de necesidades por parte de la ciudadanía a nivel mundial. Por lo que cada constructor lo que busca como objetivo fundamental el poder garantizar las propiedades mecánicas y físicas de los diferentes tipos de estructuras construidas.

Dicho en este sentido las estructuras que actualmente se construyen presentan una mayor demanda de cargas y se ven afectadas por los factores climáticos de la zona en donde será su utilización respectiva. Es por ello que se busca materiales que al ser añadidos al concreto ofrezcan un mejor valor en calidad y cantidad con la finalidad de mejorar el rendimiento de del concreto en su utilización respectiva buscando así obtener una mayor durabilidad de dicho componente.

Se sugiere utilizar fibras de acero y macrofibras sintéticas en la construcción y diseño de concreto debido a su impacto positivo en comparación con métodos tradicionales. En la actualidad, hay una amplia gama de proyectos que requieren mejoras mecánicas y físicas en el concreto para abordar diversas demandas y prevenir fallos, lo que ayuda a optimizar tanto el costo como el tiempo de ejecución de los proyectos.

Durante un extenso periodo, las fibras de acero y las macrofibras sintéticas han sido empleadas para fortalecer los materiales de construcción. En este estudio titulado “Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023” se investiga el comportamiento del concreto con diferentes cantidades de macrofibras sintéticas y fibras de acero, equivalentes a 20 y 40 kilogramos por metro cubico de concreto de fibras de acero y 5 y 9 kilogramos por metro cubico de concreto de macrofibras sintéticas. Investigaciones previas han indicado que el uso de 40 kg de fibras de acero y 9 kg de macrofibras

sintéticas puede mejorar la resistencia a la flexión en comparación con el concreto convencional.

La presente tesis consta de cinco (5) capítulos. En el primer capítulo (PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN), se aborda la fundamentación del estudio, se plantea el problema tanto general como específico, se establecen los objetivos generales y específicos, se detallan las limitaciones y la justificación de la investigación. El segundo capítulo aborda el (MARCO TEÓRICO), donde se revisan trabajos previos a nivel nacional e internacional, se discuten las bases teóricas, conceptuales y antropológicas relevantes. El tercer capítulo (METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN) abarca el alcance, la población y la muestra de estudio, así como el tipo, diseño y método de investigación. También se describen las técnicas de recopilación de datos y los instrumentos utilizados, junto con el proceso de validación y prueba de confiabilidad de dichos instrumentos, así como el procedimiento, análisis y tabulación de datos, y su fundamento ético. Además, se presentan las hipótesis, se definen las variables objeto de estudio y se describe la operacionalización de las mismas. El capítulo cuarto (RESULTADOS Y DISCUSIÓN) detallan las tablas y gráficos que muestran los resultados obtenidos a través de las herramientas de estudio, así como la interpretación de dichos resultados en relación con investigaciones previas. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema. ....	3
1.3.1.	Problema general .....	3
1.3.2.	Problemas específicos .....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos .....	4
1.5.	Justificación de la investigación. ....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	8
2.2.	Bases teóricas – científicas. ....	15
2.3.	Definición de términos básicos.....	22
2.4.	Formulación de hipótesis. ....	32
2.4.1.	Hipótesis general.....	32
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	33

2.5.	Identificación de las variables.....	34
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores. ....	35

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	38
3.2.	Nivel de investigación. ....	38
3.3.	Métodos de investigación.....	39
3.4.	Diseño de investigación. ....	39
3.5.	Población y muestra. ....	40
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	42
3.8.	Tratamiento estadístico. ....	44
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	45

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1.	Descripción del trabajo de campo. ....	46
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	50
4.3.	Prueba de hipótesis. ....	75
4.4.	Discusión de resultados. ....	80

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de Variables Independientes.....	36
Tabla 2	Operacionalización de Variable Dependiente.....	37
Tabla 3	Nivel de Investigación .....	39
Tabla 4	Probetas de concreto para ensayo a flexión .....	41
Tabla 5	Análisis Granulométrico del Agregado Fino .....	52
Tabla 6	Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	54
Tabla 7	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	56
Tabla 8	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	57
Tabla 9	Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Fino .....	58
Tabla 10	Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso ..	59
Tabla 11	Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	60
Tabla 12	Contenido de Humedad del Agregado Grueso .....	61
Tabla 13	Características de las Fibras de Acero .....	62
Tabla 14	Características de las Macrofibras Sintéticas.....	62
Tabla 15	Resumen de las Características del Agregado .....	63
Tabla 16	Cantidad de Material del Patrón Normal.....	64
Tabla 17	Proporciones de las Fibras de Acero y las Macrofibras Sintéticas .....	64
Tabla 18	Diseño de Mezcla del Concreto para diferentes patrones (0.020 m <sup>3</sup> para una probeta prismática).....	65
Tabla 19	Número de muestras para cada tanda y/o dosificación.....	65
Tabla 20	Asentamiento del Concreto Normal y Concreto con FA y MS .....	66
Tabla 21	Temperatura del Concreto Natural y Concreto con FA y MS .....	67
Tabla 22	Peso Unitario del Concreto Natural y Concreto con FA y MS .....	69
Tabla 23	Resistencia a la Flexión del Concreto Natural.....	70

Tabla 24	Resistencia a la Flexión del Concreto con MS y FA a los 07 días de curado .....	72
Tabla 25	Resistencia a la Flexión del Concreto con MS y FA a los 14 días de curado .....	73
Tabla 26	Resistencia a la Flexión del Concreto con MS y FA a los 28 días de curado .....	74
Tabla 27	Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión .....	76
Tabla 28	Estadística Descriptiva.....	77
Tabla 29	Prueba de ANOVA para la Resistencia a la Flexión .....	78
Tabla 30	Prueba Post Hoc de Flexión – Comparación múltiples .....	78
Tabla 31	Comparación Económica.....	79

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Etapas de la Investigación.....	40
Figura 2	Diagrama de flujo del proceso de la investigación. ....	43
Figura 3	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de probetas y ensayos.....	43
Figura 4	Normas ASTM C78 Y ASTM C293. ....	50

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Curva Granulométrica del Agregado Fino.	52
Gráfico 2	Curva Granulométrica del Agregado Grueso	54
Gráfico 3	Asentamiento del Concreto Fresco	66
Gráfico 4	Temperatura del Concreto Fresco	68
Gráfico 5	Peso Unitario del Concreto Endurecido Natural y Concreto Endurecido con MS y FA	69
Gráfico 6	Módulo de Ruptura Promedio del Concreto Natural	71
Gráfico 7	Módulo de Ruptura Promedio del Concreto con MS y FA a los 07 días de curado.	72
Gráfico 8	Módulo de Ruptura Promedio del Concreto con FA y MS a los 14 días de curado	73
Gráfico 9	Módulo de Ruptura Promedio del Concreto con FA y MS a los 28 días de curado	75
Gráfico 10	Diagrama de Cajas .....	76
Gráfico 11	Gráfico de medias.	77
Gráfico 12	Costo de Fibra de Acero y Macrofibra Sintética por m <sup>3</sup> de Concreto	80
Gráfico 13	Gráfico de resistencia a la flexión de las probetas prismáticas	81

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En la región de Pasco, específicamente en el año 2023, existe una necesidad crítica de evaluar y comparar la resistencia a flexión del concreto con una resistencia característica de 280 kg/cm<sup>2</sup>. El uso de fibras en el concreto, ya sean de acero o macrofibras sintéticas, ha surgido como una técnica potencial para mejorar las propiedades mecánicas del concreto y su comportamiento ante esfuerzos de flexión.

Sin embargo, la falta de investigaciones específicas y comparativas en la región de Pasco limita la comprensión de cuál tipo de fibra es más efectivo para mejorar la resistencia a la flexión en concretos con una resistencia característica de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta brecha en el conocimiento obstaculiza la toma de decisiones informadas en la selección y aplicación de fibras en proyectos de construcción locales. Por lo tanto, se plantea la necesidad de llevar a cabo una investigación detallada que compare específicamente la resistencia a flexión entre fibras de acero

y macrofibras sintéticas en el concreto con una resistencia característica de 280 kg/cm<sup>2</sup>, proporcionando datos fundamentales para el avance y la optimización de prácticas constructivas en la región.

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

En el área geográfica la investigación se concentra exclusivamente en la región de Pasco. Los resultados y conclusiones derivadas de este estudio se aplicarán específicamente a las condiciones y características del entorno concreto en Pasco.

Con respecto al tipo de concreto se delimita el tipo de concreto bajo estudio a aquel con una resistencia característica de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Esta elección específica busca abordar las necesidades y características particulares de la región, donde este tipo de concreto es complejo empleado. La investigación se enfoca en dos tipos específicos de fibras: fibras de acero y macrofibras sintéticas. Se excluyen otros tipos de fibras para mantener la investigación centrada y permitir una comparación detallada entre estas dos categorías. La evaluación se limita a la resistencia a flexión del concreto reforzado con fibras. Otros aspectos del comportamiento del concreto, como resistencia a compresión o módulo de elasticidad, quedan fuera del alcance de esta investigación.

Los métodos utilizados para la comparación de la resistencia a flexión se centran en la aplicación y análisis de pruebas específicas bajo condiciones controladas de laboratorio. Otros métodos o entornos de evaluación quedan excluidos.

Los resultados y conclusiones obtenidas se delimitan a su aplicabilidad práctica en proyectos de construcción en la región de Pasco. Se reconoce que las condiciones específicas de la región pueden influir en los resultados y su

extrapolación a otras áreas geográficas, debe hacerse con precaución.

Con respecto al periodo de estudio la investigación se realiza específicamente durante el año 2023 entre los meses de julio y setiembre. Este período se selecciona para capturar las condiciones y prácticas constructivas actuales en la región de Pasco. Por lo tanto, estas delimitaciones proporcionan un marco claro y específico para la investigación, ayudando a centrar la atención en los aspectos más relevantes y permitiendo una comparación significativa entre las fibras de acero y las macrofibras sintéticas en el concreto de la región de Pasco.

### **1.3. Formulación del problema**

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

¿Cómo influye la fibra de acero y las macrofibras sintéticas en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la resistencia a flexión utilizando fibras de acero en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023?
- ¿Cuál es la resistencia a flexión utilizando macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023?
- ¿Cuál es la dosificación óptima de las fibras de acero y macrofibras sintéticas para la fabricación del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023?
- ¿Cómo identificar el costo – beneficio de la utilización de las fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  en

condiciones específicas de la región Pasco 2023?

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

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

Comparar la resistencia a la flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023.

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

- Analizar la resistencia a flexión utilizando fibras de acero en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023.
- Analizar la resistencia a flexión utilizando macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023.
- Determinar la dosificación óptima de las fibras de acero y macrofibras sintéticas para la fabricación del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023.
- Identificar el costo – beneficio de la utilización de las fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023.

#### **1.5. Justificación de la Investigación**

La falta de estudios específicos y comparativos en la región de Pasco sobre el uso de fibras de acero y macrofibras sintéticas en concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  crea un vacío en el conocimiento local. Esta investigación busca llenar este vacío, proporcionando datos valiosos para proyectos de construcción en la región. Los resultados obtenidos permitirán a ingenieros, arquitectos y constructores en

Pasco tomar decisiones informadas sobre la selección de fibras de refuerzo, contribuyendo a la optimización de prácticas constructivas y mejorando la calidad y durabilidad de las estructuras.

Las condiciones climáticas y geográficas particulares de Pasco pueden afectar el rendimiento de los materiales de construcción. Esta investigación se centra en la adaptación de estrategias de refuerzo a las condiciones específicas de la región, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones contextualizada. La aplicación de fibras en el concreto puede tener implicaciones en términos de sostenibilidad y eficiencia en el uso de materiales. Comprender qué tipo de fibra es más efectiva en Pasco puede influir en decisiones que favorezcan prácticas constructivas más sostenibles.

La investigación aporta al conocimiento científico al proporcionar datos específicos sobre la resistencia a flexión en concretos con  $f_c=280\text{kg/cm}^2$  reforzados con fibras, enriqueciendo la base de datos disponibles para investigadores, académicos y profesionales del campo. En un contexto donde se proyecta un aumento en la inversión en infraestructura, los resultados de esta investigación tienen una relevancia directa para el diseño y construcción de proyectos en Pasco, influyendo en la seguridad y durabilidad de las estructuras.

La investigación proporcionará información clave para la toma de decisiones en la selección de fibras de refuerzo, permitiendo a los actores involucrados tomar decisiones más fundamentadas y eficientes en proyectos de construcción en la región.

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

- **Condiciones temporales y geográficas limitadas:** La investigación se lleva a cabo en un período de 02 meses en la región de Pasco. Las condiciones

temporales y geográficas limitadas podrían afectar la generalización de los resultados.

- **Variabilidad en muestras de concreto:** Aunque se busca representatividad en la selección de muestras de concreto, la variabilidad intrínseca en los materiales podría afectar la generalización de los resultados a todo el espectro de posibles composiciones de concreto en la región.
- **Impacto de factores climáticos y ambientales:** Aunque se intenta controlar los factores climáticos y ambientales en los ensayos, su impacto podría tener limitaciones debido a la complejidad de replicar exactamente las condiciones en situaciones de campo.
- **Enfoque en una resistencia característica específica:** La investigación se centra en concretos con una resistencia característica de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados y conclusiones pueden no ser directamente aplicables a concretos de otras resistencias características.
- **Limitación en tipos de fibras:** La comparación se realiza específicamente entre fibras de acero y macrofibras sintéticas. Otras variedades de fibras, no consideradas en este estudio, pueden tener comportamientos diferentes y no están cubiertas en esta investigación.
- **Ensayos de laboratorio vs condiciones reales:** Aunque se realizan ensayos de laboratorio controlados, las condiciones pueden diferir de situaciones del mundo real en proyectos de construcción. Los resultados pueden no reflejar completamente el comportamiento en situaciones prácticas.
- **Limitación en variables evaluadas:** La investigación se centra principalmente en la resistencia a flexión. Otras propiedades del concreto que también podrían ser relevantes para la selección de fibras no se abordan de

manera exhaustiva en esta investigación.

- **Exclusión de otros métodos de refuerzo:** La investigación se limita al análisis de fibras de acero y macrofibras sintéticas. Otros métodos de refuerzo del concreto, como barras de refuerzo convencionales, no se consideran en este estudio.

Estas limitaciones se reconocen para proporcionar un contexto claro sobre el alcance y las posibles restricciones de la investigación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

- En la opinión de los tesisistas (Ramírez Tapia & Samaniego Pactong, 2016) en su tesis “Estudio comparativo de los efectos sobre la resistencia a la flexión del hormigón reforzado con fibras (HRF) usando macro fibras de acero DRAMIX RC-6535-BN y de polipropileno/polietileno TUF-STRAND SF” propusieron en analizar el comportamiento del concreto reforzado con fibras (HRF) por tanto se realizó una mezcla patrón con una resistencia que tiene una característica a la compresión de 24 MPa, la cual se añadió tres dosis diferentes de fibras estructurales seleccionadas en base a la disponibilidad del mercado en Ecuador, la cual se consideró la fibra de acero CRAMIX RC-65/35-RN de la empresa BEKAERT y las fibras sintéticas de poliestireno/polietileno TUF – STRAND SF desarrollados por TOXEMENT. Se considero para las fibras

DRAMIX dosis de 15, 20 y 25 kg/m<sup>3</sup>, mientras que las dosis para las fibras TUF – STRAND SF se consideró 4, 6 y 8 kg/m<sup>3</sup>. El rendimiento de las fibras se evaluó en función de las resistencias residuales a la flexión que fueron obtenidas de los ensayos de laboratorio descrito por las normas mexicanas NMX-C-488-ONNCCE-2014, esto indica que la resistencia a flexión residual está relacionada con la apertura de la ranura de la muestra. De los resultados obtenidos se observó que la fibra se comportó similar a lo descrito en la norma, confirmando que la metodología utilizada proporcionó resultados aceptables y reproducibles. También se hizo una comparación económica entre el uso de las dos fibras con base en el costo unitario de fabricación de HRF, considerando las dosis y el tipo de fibras con resistencia residual a la flexión similar. La fibra más rentable fue DRAMIX RC-65/35-BN en una dosis de 20 kg/m<sup>3</sup>, que logró la mayor tensión de flexión en todos los lotes y rentable para todas las dosis investigadas en TUF-STRAND.

- Desde el punto de vista de los tesisistas (Rodríguez Lozano & Segura Vicent, 2013) en su tesis “Análisis comparativo del efecto de los distintos tipos de fibras en el comportamiento post fisura del hormigón reforzado con fibras”, indican que la resistencia a la compresión del concreto reforzado no se ve afectada por las adiciones, independientemente del tipo. En flexotracción la adición de las fibras de acero al concreto aumenta la resistencia y cambia el comportamiento de rotura frágil a una rotura dúctil. El concreto con fibras de acero pueden trabajar estructuralmente e incluso se puede

sustituir al acero convencional en muchas ocasiones. Dependiendo del tipo de fibra se consigue una determinada resistencia residual que le permite soportar una determinada tensión de flexión. Se ha demostrado que con las fibras metálicas se consiguen mayores resistencias residuales que con la adición de fibras plásticas debido a tasas de recuperación más bajas. Se comprobó que la cantidad de fibras metálicas adicionadas ha sido suficiente para tener una resistencia de 1,5 MPa en CMOD1, tal y como se describe en la norma UNE EN 14845-2. Es necesaria una mayor adición de fibras plásticas para conseguir 1,5 MPa en CMOD1.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- Como sostienen los tesisistas (Jara Chambergo & Serrano Diaz, 2022) en su tesis “Análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, Trujillo 2021” que se realizó en la Universidad Privada del Norte de Trujillo, las cuales identificaron un análisis comparativo del uso de fibras metálicas y fibras sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas en el terreno. Durante su desarrollo se utilizó un diseño correlacional no experimental. La muestra es no probabilística y utiliza técnicas de análisis de documentos para recopilar datos. El principal problema es la corta vida útil de las placas. Como resultado obtuvieron que el 71.05% de los estudios analizados en fibras de acero tenían ganchos en los extremos, mientras que el 51.35% de los estudios en fibras sintéticas fueron elaborados con polipropileno de tira recta, asimismo, las dos más utilizadas están entre el 15 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>

para las metálicas y 1 kg/m<sup>3</sup> a 3 kg/m<sup>3</sup> para las sintéticas, adicionalmente, la adición de fibra sintéticas a la matriz cementosa permite ahorros de hasta un 54.17% respecto a las fibras de acero en la evaluación de costos, considerando que la relación de aspecto, forma y dosificación de las fibras son muy importantes debido a su adhesión dentro de la matriz del cemento y redundan en un buen comportamiento en las propiedades mecánicas del concreto.

- En la tesis “Evaluación de la resistencia a la flexión para un pavimento rígido  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la ciudad de Huánuco – 2021”, de los tesisistas (Espinoza Rosales & Arquíñigo Jaimes, 2022), nos dice que su tesis tuvo un propósito “La evaluación y contraste de fuerza flexible (resistencia a la flexión) de un pavimento rígido  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  de concreto, utilizando 4 kg, 6 kg y 8 kg de macrofibra de polipropileno como refuerzo del hormigón respecto al diseño convencional. Para su comparación se crearon 84 muestras prismáticas con dimensiones de 0.15m x 0.15m x 0.50m. fue construido con cemento Portland Andino Tipo I, agregado grueso y piedra triturada adquirida de la Chancadora Figueroa E.R.L. la cual estuvo sujeta a diferentes regulaciones o normas. Las fibras metálicas y los macrofilamentos de polipropileno permiten la optimización y reducción de recursos para la producción de concreto, presentan buen comportamiento como materiales agregados, confieren al concreto buenas propiedades mecánicas, logran buenos resultados, se considera una alternativa efectiva para permitir ensayos de concreto y diseño

metálico. La fibra y el polipropileno grueso pueden mejorar eficazmente la durabilidad de la dosis adecuada de concreto. Una de las conclusiones que obtuvieron fue la resistencia a la rotura de los pavimentos rígidos. ( $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ) la instalación de 20 kg de fibras de acero no aumentó la eficacia de la resistencia a la flexión en un 20%. Esto corresponde a un aumento del 8.71% en comparación con el hormigón convencional después de 28 días de haber realizado el ensayo. El costo del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  más macrofibra polipropileno es más económico que utilizar con la fibra de acero.

- En la tesis “Evaluación del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el sostenimiento con shotcrete vía húmeda en la galería 651, NV. 100 Unidad Minera Raura – 2018” de (Neira Perez, 2021) indica, que su tesis abordó la problemática realidad del soporte con hormigón proyectado húmedo y fibra metálica mecanizada, que plantea desafíos en términos de absorción de energía, durabilidad y seguridad. Este método se emplea en este trabajo. ¿Cuál es el motivo de evaluar el uso de fibra sintética y fibra metálica en soporte con hormigón proyectado húmedo en la unidad minera galería 651 nivel 100, Raura S A 2018?, El objetivo principal de esta tesis es comparar el uso de fibra sintética y fibra metálica en soporte de concreto proyectado húmedo en la galería – 651 - nivel 100, unidad minera Raura S A 2018. Se cree que la fibra sintética puede producir efectos positivos en comparación con la fibra metálica utilizada para el refuerzo lateral de hormigón proyectado húmedo en la galería – 651 - nivel 100, unidad minera S A". 2018. En el desarrollo de este estudio se aplica la metodología utilizada, con un

diseño descriptivo y experimental. La población en el nivel 100 y observando muestras en la galería – 651 - nivel200, unidad minera Raura S. A. Al probar la hipótesis se obtuvieron los siguientes resultados: teniendo en cuenta el alto costo de las fibras sintéticas, las fibras sintéticas funcionan mejor en comparación con las fibras metálicas, con mejor resistencia a la compresión y al impacto en dosis más bajas. Mejor que las fibras metálicas. Esto hace que las fibras sintéticas sean una excelente opción para mejorar la pulverización húmeda de hormigón proyectado.

- Según los tesisistas (Vargas Ortiz & Yataco Barreda, 2020) en su tesis **“Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos”**, nos indica que con base en los resultados de investigaciones a nivel nacional e internacional, este estudio investigó la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto de pavimento rígido, y proporciona métodos alternativos para mejorar la resistencia a la flexión del concreto y reducir el fenómeno de agrietamiento, así proveer pavimento rígido que cumple con los estándares de servicio durante su vida útil. Se desarrollo un análisis estadístico de los resultados de las pruebas de resistencia a la flexión del concreto obtenidos de los estudios revisados para determinar la relación entre la tasa de aumento en la resistencia a la flexión del concreto y la adición de fibras de acero y polipropileno. El análisis estadístico mostro que el aumento máximo en la resistencia a la flexión del concreto fue del 37% con una dosis optima de fibrasde acero de 37

kg/m<sup>3</sup> y del 18% con una dosis optima de macrofibras de polipropileno de 5 kg/m<sup>3</sup>. La cantidad optima de microfibra de polipropileno es de 0,45 kg/m<sup>3</sup> en un 12%. Finalmente, se concluyo que existe una alta correlación entre el aumento de la resistencia a la flexión del concreto y la cantidad de fibra agregada. De forma similar, la incorporación de fibras se produce en una cantidad optima, más allá de la cual no se consigue ningún aumento adicional de la resistencia a la flexión del concreto.

- Según los tesisistas (Córdova Pérez et al., 2012) en su tesis “Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras de acero Wirand producidas en Italia y las producidas en Perú”, indican que para la preparación de las dosis se utilizó el metodo Fuller. En este metodo, se tiene en cuenta la información del tamaño de partícula de los agregados locales y se tienen en cuenta las propiedades físicas de los agregados. Esto se refleja en una mejor calidad del hormigón, similar al punto anterior. Para la parte propiamente dicha del ensayo se utilizaron las normas estadounidenses, concretamente los códigos ACI. Esto se debe a que los laboratorios utilizan estándares establecidos por ACI para pruebas reguladas, como la consideración de la velocidad de prueba y las condiciones de la norma JIS de prueba y las condiciones de la norma JIS A 1106 y JSCE-SF4, que requieren pruebas de hasta 3 mm de deflexión. Para la parte teórica utilizaron la información del estándar japonés anterior. Las normas británicas y las normas ACI especifican que una tercera prueba de carga es válida si la falla de la viga ocurre dentro de la longitud del tramo entre los soportes.

Este requisito se cumplió en los casos analizados. En el gráfico Carga vs Deformación que obtuvieron se observó que para la muestra con dosis de 20 kg/m<sup>3</sup>, la pendiente de la caída es más pronunciada luego de alcanzar la carga máxima y la curva se recupera una vez que las fibras comienzan a deformarse. Se empieza a trabajar porque se rompe el hormigón, pero eso no importa. En cambio, para la muestra dosificada con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra, la caída es menos pronunciada en algunos casos de la recuperación de la curva supera la carga máxima inicial.

## 2.2. Bases teóricas – científicas

### 2.2.1. Generalidades del Concreto

El concreto es un material de construcción ampliamente utilizado en la industria de la construcción. Está compuesto principalmente por cemento, agregados (como arena y grava), agua y aditivos químicos. Estos ingredientes se mezclan y forman una masa plástica que puede ser moldeada y endurecida para obtener una estructura resistente y duradera.

#### **Los componentes principales del concreto son:**

- **Cemento:** Es un polvo fino, generalmente a base de caliza y arcilla, que se mezcla con agua para formar una pasta que se endurece con el tiempo. La reacción química entre el cemento y el agua, conocida como hidratación, es fundamental para la resistencia y durabilidad del concreto.
- **Agregados:** Los agregados, como arena y grava, proporcionan volumen al concreto y mejoran sus propiedades mecánicas. La distribución y calidad de los agregados afecta la resistencia y la apariencia del concreto.
- **Agua:** El agua se mezcla con el cemento para activar la reacción de hidratación.

La cantidad y calidad del agua son críticas para garantizar la resistencia y

durabilidad adecuadas del concreto.

- **Aditivos:** Se pueden agregar aditivos químicos al concreto para mejorar ciertas propiedades, como la trabajabilidad, la resistencia al agua, la durabilidad y la resistencia a temperaturas extremas.

El concreto es conocido por su versatilidad y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como la construcción de edificios, puentes, carreteras, presas y muchas otras infraestructuras. Su capacidad para soportar cargas pesadas y resistir el paso del tiempo lo convierte en uno de los materiales de construcción más importantes y utilizados en el mundo.

### **2.2.2. Métodos de diseño de mezcla**

El método de diseño de mezcla de concreto es un proceso que implica la determinación de las proporciones específicas de los materiales constituyentes, como cemento, agregados, agua y posiblemente aditivos, para lograr las características deseadas en el concreto final. El objetivo es desarrollar una mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otras propiedades necesarias para la aplicación específica.

Hay varios métodos de diseño de mezcla de concreto, y cada uno puede adaptarse a diferentes requisitos y estándares. Algunos de los métodos comunes incluyen:

#### **Método del ACI (American Concrete Institute)**

La ACI proporciona métodos de diseño de mezclas basados en la resistencia del concreto y otros factores. Estos métodos a menudo consideran la exposición ambiental, la ubicación de la estructura y las características específicas del proyecto.

ACI proporciona métodos de mezcla basados en la resistencia del hormigón

y otros factores. Estos métodos suelen tener en cuenta el impacto ambiental, la ubicación de la estructura y las características específicas del proyecto (González Díaz et al., 2004). Hay que recordar que existen tablas para el proceso del método que se pueden seleccionar sin los datos correspondientes, y también está determinado por las condiciones en las que se encuentre el concreto mencionado, pues se debe sumar de dos en dos y medio centímetro a los bajos, si no se vibra, entonces el tamaño máximo del árido se elige en función de la cantidad de aire que favorezca la trabajabilidad, el uso de aditivos y las características del hormigón. En la relación agua/cemento se obtiene información según la durabilidad requerida, teniendo en cuenta el tiempo de endurecimiento predeterminado 28 días. En este caso el cemento juega un papel importante en cuanto a durabilidad, por lo que hay que conservarlo. la cantidad correcta. Finalmente se controla la humedad y así se obtienen las cantidades y materiales de mezcla.

### **Método Fuller**

El método Fuller es un enfoque utilizado en ingeniería de pavimentos para diseñar mezclas de suelo-agregado utilizadas en capas de base o subbase de pavimentos. Este método se basa en el principio de proporcionar la máxima densidad y resistencia utilizando diferentes tamaños de partículas. La idea es optimizar la combinación de agregados gruesos y finos para obtener una mezcla bien graduada que maximice la densidad y la resistencia.

A la opinión de (Giraldo Bolivar, 1987), el método Fuller es un método analítico donde se resuelven algunos parámetros y aspectos problemáticos con ayuda de tablas, partiendo de sus propiedades y que el TMN del árido no supere los 50 mm, luego está la cantidad de agua, para agua/cemento.

### **Método del Agregado Global**

Este método optimiza y aprovecha excelentemente los agregados finos y gruesos para que reduzcan el cemento utilizado en el concreto, también ayuda a controlar la trabajabilidad y lograr la máxima compacidad, pero falta información completa sobre el tema y el método de ensayo. provoca errores. Después de analizar los cuatro modelos de mezcla, se decide que el Método ACI 211 es similar al tema de investigación.

### **Método Bolomey**

Es un método analítico que utiliza una curva granulométrica, al igual que el método de Fuller, se sigue el proceso, excepto que difiere según cemento y agregados. El proceso aumenta las propiedades que ofrece el árido y luego utiliza agua para reaccionar con el cemento, por lo que no es baladí saber cuánto cemento añadir. Se utiliza en hormigón masivo como presas, muelles, etc. utilizando tres o más agregados (Giraldo Bolivar, 1987).

### **Método de Marshall**

Es utilizado específicamente para el diseño de concreto asfáltico, un tipo de concreto utilizado en pavimentos. Este método se centra en propiedades como la densidad y estabilidad.

El método seleccionado dependerá de varios factores, como las normas y especificaciones locales, el tipo de estructura, las condiciones ambientales, la disponibilidad de materiales y los requisitos de resistencia y durabilidad. Los ingenieros y diseñadores de concreto utilizan estos métodos para garantizar que la mezcla cumpla con los estándares y requisitos específicos de cada proyecto.

### **2.2.3. Elaboración de Probetas**

Según el boletín (El boletín de los Constructores del Perú, 2011), el hormigón es uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo

debido a su resistencia, facilidad de encofrado, resistencia a la y bajo coste. Desafortunadamente, hay casos en los que estas características positivas no se reflejan en las estructuras debido a diversos factores, incluido un control de calidad insuficiente durante el proceso de construcción. La resistencia a la compresión se puede medir con precisión para garantizar que el hormigón colocado en las estructuras de los edificios cumpla con los requisitos estructurales. Por tanto, se realiza un control de calidad del material.

#### **2.2.4. Resistencia a la Flexión**

La resistencia a la flexión del concreto se refiere a la capacidad del material para resistir fuerzas que tienden a doblarlo o flexionarlo. Una diferencia de la resistencia a la compresión, que mide la capacidad de resistir fuerzas de compresión, y la resistencia a la tracción, que mide la capacidad de resistir fuerzas de tracción, la resistencia a la flexión es relevante en situaciones donde se aplican cargas que inducen flexión en un elemento de concreto. Cuando se aplica una carga de flexión a un elemento de concreto, como una viga o una losa, diferentes secciones del elemento experimentarán compresión y tracción. La resistencia a la flexión es crítica para asegurar que el elemento pueda soportar estas tensiones sin fallar. Para mejorar la resistencia a la flexión del concreto, se pueden tomar medidas como:

- **Refuerzo con barras de acero:** Agregar barras de acero, también conocidas como armadura, en la zona de tracción de la sección transversal de un elemento de concreto mejora significativamente su capacidad para resistir fuerzas de flexión.
- **Diseño adecuado de la sección transversal:** El diseño de la geometría de la sección transversal de un elemento, como su profundidad y ancho, puede influir

en su resistencia a la flexión.

La resistencia a la flexión es fundamental en el diseño de elementos estructurales como vigas y losas, donde las cargas aplicadas generan momentos de flexión. En la práctica ingenieril, se considera junto con otras propiedades mecánicas del concreto para garantizar la seguridad y eficiencia de las estructuras.

#### **2.2.5. Fibras de Acero**

Las fibras de acero en el concreto son pequeñas hebras de acero que se agregan a la mezcla de concreto durante el proceso de mezcla para mejorar las propiedades del material. Estas fibras están diseñadas para proporcionar refuerzo adicional y mejorar la resistencia del concreto frente a las tensiones de tracción, la fisuración y otras formas de deterioro.

Las fibras de acero se utilizan para proporcionar mejoras en varias propiedades del concreto, incluyendo:

- **Resistencia a la tracción:** Ayudan a prevenir la propagación de grietas y grietas en el concreto, mejorando su resistencia a la tracción.
- **Tenacidad:** Las fibras de acero aumentan la capacidad del concreto para absorber energía y resistir impactos.
- **Control de la fisuración por contracción:** Reducen la fisuración causada por la contracción durante el fraguado y endurecimiento del concreto.
- **Mejora de la durabilidad:** Contribuyen a la resistencia al desgaste y a la durabilidad del concreto, especialmente en aplicaciones sometidas a condiciones extremas.

Las fibras de acero se utilizan comúnmente en la construcción de pavimentos, pisos industriales, elementos prefabricados, túneles y otras aplicaciones donde se busca mejorar la capacidad del concreto para resistir

tensiones y deformaciones.

### 2.2.6. Macrofibras Sintéticas

Las macrofibras sintéticas en el concreto son fibras sintéticas de mayor longitud y diámetro en comparación con las fibras microscópicas. Estas fibras están diseñadas para proporcionar refuerzo al concreto y mejorar sus propiedades mecánicas. A diferencia de las fibras de acero, las macrofibras sintéticas están hechas de materiales no metálicos, como polímeros de alta resistencia.

Algunas de las características y beneficios asociados con el uso de macrofibras sintéticas en el concreto incluyen:

- **Refuerzo de la tracción:** Mejoran la resistencia a la tracción del concreto, ayudando a prevenir la propagación de grietas.
- **Mayor tenacidad:** Contribuyen a la tenacidad del concreto, es decir, la capacidad del material para absorber energía antes de la falla.
- **Reducción de la fisuración por contracción:** Ayudan a controlar la fisuración por contracción durante el fraguado y el endurecimiento del concreto.
- **Mejora de la durabilidad:** Pueden mejorar la resistencia al desgaste y la durabilidad del concreto en condiciones de servicio.
- **Facilidad de manejo:** Las macrofibras sintéticas son más ligeras y fáciles de manejar que las barras de acero, lo que facilita su incorporación en la mezcla de concreto.

Las macrofibras sintéticas se utilizan en diversas aplicaciones de construcción, como pavimentos, pisos industriales, túneles y elementos prefabricados. Su uso puede ser beneficioso en situaciones donde se busca mejorar la capacidad del concreto para resistir tensiones y mejorar la integridad estructural del material.

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Aditivos

En el contexto del concreto, un aditivo es un material que se agrega a la mezcla de concreto durante su elaboración con el fin de modificar ciertas propiedades del material fresco o endurecido. Los aditivos son utilizados para mejorar diversas características del concreto, como su trabajabilidad, resistencia, durabilidad o tiempo de fraguado. Estos se pueden clasificar en diferentes categorías según su función específica. Algunos ejemplos comunes de aditivos en el concreto incluyen:

- **Aditivos Reductores de Agua (Superplastificantes):** Estos aditivos permiten reducir la cantidad de agua necesaria para mantener la trabajabilidad del concreto, mejorando así la resistencia y durabilidad. Los superplastificantes pueden hacer que el concreto sea más fluido y fácil de colocar.
- **Retardadores:** Retrasan el tiempo de fraguado del concreto, lo que puede ser útil en climas cálidos o cuando se requiere un tiempo de manipulación más largo.
- **Aceleradores:** Aceleran el proceso de fraguado y endurecimiento del concreto, lo que puede ser beneficioso en climas fríos o cuando se necesita que el concreto alcance su resistencia final rápidamente.
- **Fibras:** Se utilizan para mejorar la tenacidad y resistencia a la fisuración del concreto. Pueden ser fibras metálicas, sintéticas o de vidrio.
- **Aditivos impermeabilizantes:** Ayudan a reducir la permeabilidad del concreto, mejorando su resistencia al agua y protegiendo contra la infiltración.
- **Colorantes:** Se agregan para proporcionar color al concreto, permitiendo una

variedad estética en aplicaciones arquitectónicas.

La elección del aditivo dependerá de los requisitos específicos del proyecto y las características deseadas del concreto. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y las prácticas estándar de la industria al usar aditivos para garantizar la calidad y el rendimiento del concreto.

Para (Kosmatka et al., 2004) el aditivo es el material utilizado en una mezcla para mejorar algunas de las propiedades del hormigón que presenta deficiencias se añade durante o antes del proceso.

### **2.3.2. Agregados**

Los agregados en el concreto son partículas de material inerte, como arena, grava, piedra triturada u otros materiales, que se incorporan a la mezcla de concreto. Estos agregados representan una proporción significativa del volumen y peso total del concreto y desempeñan un papel crucial en sus propiedades físicas y mecánicas. Existen dos tipos principales de agregados en el concreto:

- **Agregado Fino:** Este tipo de agregado consiste en partículas más pequeñas, como arena. La arena se utiliza como agregado fino en el concreto. Su tamaño de partícula es menor que 4,75 mm (número de malla 4).
- **Agregado Grueso:** Incluye partículas más grandes, como grava o piedra triturada. La grava es utilizada como agregado grueso. Su tamaño de partícula varía entre 4,75 mm y 75 mm (número de malla 4 a 200).

Los agregados cumplen varias funciones esenciales en el concreto:

- **Proporcionar Resistencia:** El agregado grueso contribuye significativamente a la resistencia del concreto a las fuerzas de compresión. La distribución adecuada de tamaños de partículas también mejora la resistencia.
- **Controlar la expansión y contracción térmica:** Los agregados ayudan a

reducir la expansión y contracción térmica del concreto, mejorando su durabilidad.

- **Economía:** Agregar agregados puede reducir la cantidad de cemento necesaria, lo que hace que el concreto sea más económico.
- **Volumen Estable:** Los agregados contribuyen a la estabilidad dimensional del concreto y ayudan a evitar cambios volumétricos excesivos.

Es importante seleccionar agregados de calidad y cumplir con las especificaciones requeridas para garantizar que el cumplimiento concreto con los estándares de resistencia y durabilidad necesarios para su aplicación específica. La proporción adecuada de agregados finos y gruesos también es esencial para lograr una mezcla de concreto con las propiedades deseadas.

### 2.3.3. Cemento

En el contexto del concreto, el "cemento" se refiere al cemento Portland, que es un polvo fino y aglomerante hidráulico que, al mezclarse con agua, forma una pasta que fragua y se endurece, uniendo los agregados para formar un material sólido y resistente. conocido como concreto. El cemento Portland es el tipo de cemento más utilizado en la construcción y es esencial para la fabricación del concreto. Su nombre proviene de la semilla que tenía, en color y textura, con la piedra de Portland, una piedra caliza de la isla de Portland en Inglaterra. Aquí hay algunas características clave del cemento en el concreto:

- **Propiedades Aglomerantes:** El cemento actúa como el componente aglutinante que une los agregados (arena, grava, etc.) en una mezcla de concreto.
- **Fraguado y Endurecimiento:** Cuando el cemento se mezcla con agua, inicia un proceso químico llamado hidratación, que conduce al fraguado y

endurecimiento del concreto. Durante este proceso, se forman cristales que enlazan los materiales y les confieren resistencia.

- **Tipos de Cemento:** Hay varios tipos de cemento, como el Portland ordinario, el cemento Portland de alta resistencia, el cemento Portland de baja caloría de hidratación, entre otros. Cada tipo tiene propiedades específicas diseñadas para satisfacer ciertos requisitos de construcción.
- **Proporciones en la Mezcla:** La proporción entre el cemento, el agua y los agregados en la mezcla de concreto es crucial para obtener las propiedades deseadas, incluida la resistencia final.

Es importante señalar que el término "cemento" a menudo se usa de manera más amplia para referirse al cemento Portland, pero existen otros tipos de cemento utilizados en aplicaciones específicas, como el cemento blanco, el cemento aluminoso, entre otros. Estos tienen propiedades particulares que los hacen adecuados para ciertos usos en la construcción.

#### **2.3.4. Dosificación**

La dosificación en el concreto se refiere al proceso de determinar las proporciones adecuadas de los materiales constituyentes, como el cemento, agua, agregados (arena y grava) y posiblemente aditivos, para obtener una mezcla de concreto con las propiedades deseadas. La dosificación es un aspecto crítico del diseño del concreto y tiene un impacto significativo en sus características finales, incluida la resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otras propiedades. Algunos puntos clave sobre la dosificación en el concreto son:

- **Relación Agua-Cemento (a/c):** Una de las consideraciones más importantes en la dosificación es la relación agua-cemento (a/c), que es la proporción entre la cantidad de agua y la cantidad de cemento en la mezcla. Una relación agua-

cemento baja tiende a producir un concreto más resistente, pero también puede afectar la trabajabilidad.

- **Proporciones de Agregados:** La cantidad y la gradación de los agregados (agregado fino y agregado grueso) son fundamentales para la dosificación. Los agregados proporcionan resistencia y volumen al concreto.
- **Calidad del Cemento:** El tipo y la calidad del cemento utilizado también influyen en la dosificación. Diferentes tipos de cemento tienen propiedades específicas que afectan las características del concreto.
- **Aditivos:** En algunos casos, se pueden incorporar aditivos al concreto para mejorar ciertas propiedades. La dosificación de aditivos, como superplastificantes, retardadores o aceleradores, también es parte del proceso de dosificación.
- **Mezcla Homogénea:** Es esencial lograr una mezcla homogénea y uniforme de todos los materiales para garantizar la consistencia en las propiedades del concreto.

La dosificación adecuada se basa en los requisitos específicos del proyecto y las características deseadas del concreto. Se realiza mediante pruebas de laboratorio y cálculos que tienen en cuenta factores como las condiciones de trabajo, la resistencia requerida, la exposición ambiental y otros criterios de diseño. La dosificación óptima busca equilibrar las propiedades del concreto para satisfacer los requisitos del proyecto de manera eficiente y económica.

### **2.3.5. Probeta Prismática**

Una probeta prismática en el contexto del concreto es una muestra de forma prismática utilizada para realizar pruebas de laboratorio y evaluar diversas propiedades del concreto, como su resistencia a la compresión, flexión, y otras

características mecánicas. La forma prismática se refiere a que la probeta tiene una sección transversal que es rectangular o cuadrada en lugar de cilíndrica. Las probetas prismáticas son comúnmente utilizadas para realizar pruebas de resistencia a la compresión y flexión del concreto. Estas pruebas son esenciales para garantizar que el concreto cumpla con los estándares de calidad y resistencia necesarios para su aplicación en proyectos de construcción. Algunas características de las sondas prismáticas en el concreto incluyen:

- **Dimensiones estándar:** Las dimensiones de las probetas prismáticas, como el ancho, alto y largo, están normalizadas según las normas y estándares de pruebas de concreto. Por ejemplo, las probetas prismáticas utilizadas para pruebas de resistencia a la compresión suelen tener dimensiones específicas según las normas.
- **Preparación de Muestras:** Las probetas prismáticas se fabrican utilizando muestras representativas de la mezcla de concreto utilizada en la construcción. Estas muestras se moldean y curan adecuadamente antes de realizar las pruebas.
- **Pruebas de Resistencia:** Las probetas prismáticas se someten a pruebas de laboratorio para evaluar su resistencia bajo cargas de compresión o flexión. La resistencia a la compresión es una propiedad fundamental que se evalúa mediante la aplicación de cargas axiales a la probeta.
- **Registro de Resultados:** Los resultados de las pruebas en probetas prismáticas se registran y utilizan para verificar que el concreto cumple con los requisitos de diseño y las especificaciones del proyecto.

Es importante señalar que las probetas prismáticas no son las únicas formas de muestras utilizadas en pruebas de concreto. Las probetas cilíndricas también son comunes, especialmente para pruebas de resistencia a la compresión. La elección

entre probetas prismáticas y cilíndricas puede depender de los requisitos específicos del proyecto y las normas aplicables.

### 2.3.6. Resistencia

La resistencia en el concreto se refiere a la capacidad del material para soportar fuerzas externas sin experimentar un colapso o deformación excesiva. Es una propiedad fundamental que determina la capacidad de carga y la durabilidad del concreto en diversas aplicaciones de construcción.

La resistencia del concreto se evalúa generalmente en términos de resistencia a la compresión, que es la capacidad del material para resistir fuerzas de compresión. La prueba de resistencia a la compresión involucra la aplicación gradual de cargas de compresión a muestras cilíndricas de concreto hasta que el material falle. La unidad de medida común para la resistencia a la compresión del concreto es la presión, expresada en megapascuales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). Factores que afectan la resistencia del concreto incluyen:

- **Relación Agua-Cemento:** La cantidad de agua en la mezcla de concreto en relación con la cantidad de cemento afecta directamente la resistencia. Una relación agua-cemento baja generalmente produce un concreto más resistente.
- **Tipo y Calidad del Cemento:** Diferentes tipos de cemento tienen distintas propiedades y resistencias. La calidad del cemento utilizado también influye en la resistencia del concreto.
- **Tipo y Tamaño de Agregados:** La selección y gradación adecuada de agregados finos y gruesos impactan la resistencia del concreto.
- **Curado:** El proceso de curado, que implica mantener el concreto húmedo y una temperatura controlada después de su colocación, es crítico para el desarrollo adecuado de resistencia.

- **Mezcla y Proporciones:** La proporción adecuada de ingredientes en la mezcla de concreto es esencial para lograr la resistencia deseada.

La resistencia del concreto es un parámetro crucial en el diseño y la construcción de estructuras. Se especifica según los requisitos del proyecto y las normas de construcción aplicables.

### 2.3.7. Flexión

La flexión en el concreto se refiere a la capacidad del material para resistir cargas aplicadas que provocan deformaciones o curvaturas. Cuando se somete una viga, losa u otra estructura de concreto a una carga de flexión, se producen esfuerzos de tracción y compresión en diferentes partes de la sección transversal. Cuando una viga de concreto se flexiona, la parte superior de la viga experimenta compresión, mientras que la parte inferior experimenta tracción. La zona neutral, ubicada entre estas dos regiones, no experimenta esfuerzos significativos. Este comportamiento de flexión es fundamental para entender cómo las estructuras de concreto resisten las cargas aplicadas. Algunos conceptos claves relacionados con la flexión en el concreto son:

- **Esfuerzo de Flexión:** Es el esfuerzo inducido en una viga debido a la aplicación de una carga que tiende a curvarla. El esfuerzo de flexión se distribuye a lo largo de la profundidad de la viga y varía desde la compresión en la parte superior hasta la tracción en la parte inferior.
- **Momento Flector:** Es el momento que induce la flexión en una viga. La magnitud del momento flector depende de la carga aplicada y de la distancia entre los puntos de apoyo.
- **Diagrama de Momento Flector y Cortante:** Estos diagramas son herramientas gráficas utilizadas para visualizar cómo varía el momento flector

y el esfuerzo cortante a lo largo de la longitud de una viga sometida a carga deflexión.

- **Diseño de Vigas:** En el diseño de estructuras de concreto, se considera la resistencia a la flexión al determinar las dimensiones de las vigas y la cantidad de refuerzo necesaria para resistir los momentos aplicados.

Es importante diseñar y construir las estructuras de concreto de manera que puedan resistir adecuadamente las cargas de flexión para garantizar la seguridad y la durabilidad. Esto implica considerar cuidadosamente los aspectos relacionados con la geometría de la sección transversal, el tipo y la cantidad de refuerzo, y otros factores que afectan la capacidad de la estructura para resistir esfuerzos de flexión.

#### **2.3.8. Análisis**

El análisis en el contexto del concreto puede referirse a varias actividades y procesos que implican la evaluación y examen detallado de diferentes aspectos del material. A continuación, se describen algunas interpretaciones comunes del término "análisis" en relación con el concreto:

##### **Análisis de Resistencia:**

- **Resistencia a la Compresión:** El análisis de la resistencia a la compresión implica determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. Se realizan pruebas en muestras de concreto para evaluar su resistencia y verificar si cumple con los requisitos de diseño.
- **Resistencia a la Flexión:** Este análisis se centra en la capacidad del concreto para resistir cargas de flexión. Las pruebas pueden incluir el uso de sondas prismáticas o vigas para evaluar la resistencia a la flexión y la deflexión del concreto.

##### **Análisis de Durabilidad:**

**Análisis de la Resistencia a la Abrasión:** Se evalúa la resistencia del concreto a la abrasión para determinar su durabilidad en ambientes donde puede estar expuesto a desgaste por fricción.

- **Análisis de la Resistencia a los Ciclos de Congelación y Descongelación:** Este análisis se realiza para evaluar cómo el concreto maneja los ciclos repetidos de congelación y descongelación, especialmente importante en climas fríos.

**Análisis de Mezcla y Dosificación:**

- **Análisis de la Dosificación:** Implica calcular y evaluar las proporciones de los materiales (cemento, agregados, agua, aditivos) en la mezcla de concreto para asegurar que cumpla con los requisitos de resistencia y trabajabilidad.

**Análisis Estructural:**

- **Análisis Estructural del Concreto Armado:** Involucra la evaluación de la capacidad de una estructura de concreto armado para resistir cargas y momentos, utilizando métodos analíticos y de diseño.

**Análisis de Calidad del Concreto Endurecido:**

- **Análisis de la Porosidad y Permeabilidad:** Se analiza la porosidad y permeabilidad del concreto endurecido para evaluar su capacidad para resistir la penetración de agua y agentes agresivos.

**Análisis de Falla:**

- **Análisis de Falla y Diagnóstico:** En caso de que una estructura de concreto presente problemas o fallas, se realiza un análisis para identificar las posibles causas y proponer soluciones correctivas.

**Análisis de Desempeño en Servicio**

- **Análisis de Comportamiento en Servicio:** Implica evaluar cómo se comporta

el concreto en condiciones reales de servicio, considerando factores como las cargas, las condiciones ambientales y la exposición a agentes externos.

En general, el análisis en el concreto abarca un conjunto de evaluaciones y pruebas destinadas a comprender y garantizar el rendimiento, la durabilidad y la seguridad de las estructuras de concreto en diversas aplicaciones.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

La hipótesis es un proceso mediante el cual se establecen proposiciones tentativas que se pretenden verificar o refutar a través de la investigación. Las hipótesis son afirmaciones o suposiciones que se formulan con base en el conocimiento existente, la revisión de la literatura y las observaciones iniciales del investigador. Estas proposiciones sirven como guías para la investigación y son fundamentales para el diseño y desarrollo del estudio.

### **2.4.1. Hipótesis general**

- **Hipótesis Nula (H0):** "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto reforzado con macrofibras sintéticas, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."
- **Hipótesis Alternativa (H1):** "Existe una diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto reforzado con macrofibras sintéticas, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."

Esta formulación de hipótesis establece la base para la investigación que busca comparar la resistencia a la flexión de dos tipos de concreto reforzado, uno

con fibras de acero y otro con macrofibras sintéticas, bajo condiciones específicas de la región Pasco en el año 2023. La hipótesis nula asume que no hay diferencia significativa, mientras que la hipótesis alternativa sugiere lo contrario, y la investigación se llevará a cabo para evaluar estas afirmaciones.

#### 2.4.2. Hipótesis específicas

##### **Hipótesis Específica 1:**

- **Hipótesis Nula (H0):** "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."
- **Hipótesis Alternativa (H1):** "Existe una diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."

##### **Hipótesis Específica 2:**

- **Hipótesis Nula (H0):** "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con macrofibras sintéticas y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."
- **Hipótesis Alternativa (H1):** "Existe una diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con macrofibras sintéticas y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia

característica del concreto de  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."

### **Hipótesis Específica 3:**

- **Hipótesis Nula (H0):** "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  al variar la dosificación de fibras de acero y macrofibras sintéticas en condiciones específicas de la región Pasco 2023."

**Hipótesis Alternativa (H1):** "Existe una dosificación óptima de fibras de acero y macrofibras sintéticas que maximiza la resistencia a la flexión del concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."

### **Hipótesis Específica 4:**

- **Hipótesis Nula (H0):** "No hay diferencia significativa en el costo-beneficio entre la utilización de fibras de acero y macrofibras sintéticas en la fabricación de concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."
- **Hipótesis Alternativa (H1):** "Existe una diferencia significativa en el costo-beneficio entre la utilización de fibras de acero y macrofibras sintéticas en la fabricación de concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones específicas de la región Pasco 2023."

## **2.5. Identificación de las variables**

Las variables son las características, propiedades o conceptos que el investigador estudiará y analizará para responder a las preguntas de investigación o probar las hipótesis.

### **2.5.1. Variables Independientes**

- **Fibra de Acero:** Se refiere a elementos delgados y alargados hechos de acero que se utilizan para reforzar y mejorar las propiedades del concreto. Estas fibras se añaden a la mezcla de concreto durante el proceso de fabricación para proporcionar resistencia adicional a la tracción, mejorar la tenacidad y controlar la fisuración. Las fibras de acero son diferentes de las barras de refuerzo tradicionales en el sentido de que son distribuidas uniformemente en toda la masa de concreto, proporcionando un refuerzo tridimensional.
- **Macrofibras Sintéticas:** Son elementos estructurales alargados fabricados a partir de materiales sintéticos, como polipropileno, polietileno, nylon o polímeros modificados. Estas fibras se utilizan como refuerzo en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. A diferencia de las fibras de acero, las macrofibras sintéticas son más grandes y tienen longitudes significativamente mayores.

#### 2.5.2. Variable Dependiente

- **Resistencia a Flexión del concreto:** La resistencia a la flexión del concreto es una propiedad mecánica que describe la capacidad del material para resistir esfuerzos de flexión o momentos flexionantes. Este aspecto es crucial en el diseño de estructuras, ya que muchas aplicaciones requieren la capacidad de soportar cargas que inducen flexión, como vigas, losas y otros elementos estructurales.

### 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

*Tabla 1 Operacionalización de Variables Independientes*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Fibras de Acero</b>	Se refiere a elementos delgados y alargados hechos de acero que se utilizan para reforzar y mejorar las propiedades del concreto. Estas fibras se añaden a la mezcla de concreto durante el proceso de fabricación para proporcionar resistencia adicional a la tracción, mejorar la tenacidad y controlar la fisuración. Las fibras de acero son diferentes de las barras de refuerzo tradicionales en el sentido de que son distribuidas uniformemente en toda la masa de concreto, proporcionando un refuerzo tridimensional.	La definición operativa de las fibras de acero en el concreto se refiere a cómo se aplican y utilizan específicamente en el contexto de un proyecto o experimento. Implica detalles prácticos sobre la cantidad, tipo y método de incorporación de las fibras de acero en la mezcla de concreto, así como los parámetros de prueba y evaluación para medir su impacto en las propiedades del material.	<b>D1:</b> dosificación adecuada de la fibra de acero. <b>D2:</b> temperatura del concreto. <b>D3:</b> asentamiento del concreto.	<b>I1:</b> 20 kg/m <sup>3</sup> , 40 kg/m <sup>3</sup> <b>I2:</b> °C <b>I3:</b> pulg.
<b>Macrofibras Sintéticas</b>	Son elementos estructurales alargados fabricados a partir de materiales sintéticos, como polipropileno, polietileno, nylon o polímeros modificados. Estas fibras se utilizan como refuerzo en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. A diferencia de las fibras de acero, las macrofibras sintéticas son más grandes y tienen longitudes significativamente mayores.	La definición operativa de las macrofibras sintéticas en el concreto se refiere a los detalles prácticos sobre cómo se aplican y utilizan estas fibras en el contexto de un proyecto o experimento específico. Incluye información sobre la cantidad, tipo, método de incorporación, así como los parámetros de prueba y evaluación para medir su impacto en las propiedades del concreto.	<b>D1:</b> dosificación adecuada de la fibra de acero. <b>D2:</b> temperatura del concreto. <b>D3:</b> asentamiento del concreto.	<b>I1:</b> 5 kg/m <sup>3</sup> , 9 kg/m <sup>3</sup> <b>I2:</b> °C <b>I3:</b> pulg.

**FUENTE:** Elaboración propia.

**Tabla 2 Operacionalización de Variable Dependiente**

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b><i>Resistencia a la flexión del concreto</i></b>	La resistencia a la flexión del concreto es una propiedad mecánica que describe la capacidad del material para resistir esfuerzos de flexión o momentos flexionantes. Este aspecto es crucial en el diseño de estructuras, ya que muchas aplicaciones requieren la capacidad de soportar cargas que inducen flexión, como vigas, losas y otros elementos estructurales.	La definición operacional de la resistencia a la flexión del concreto se refiere a cómo se mide y evalúa esta propiedad en términos prácticos. La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la capacidad del material para resistir esfuerzos de flexión.	<b>D1:</b> resistencia a la flexión	<b>I1:</b> kg/cm <sup>2</sup>

**FUENTE:** Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Según (Oseda Gago, 2018), el tipo de investigación de este estudio es aplicativo porque tiene objetivos de aplicación directa e inmediata. Antes de desarrollar teorías, busque aplicaciones a la realidad indirecta. Esta investigación trata de saber cómo hacer y actuar, la investigación se centra en solucionar los problemas del uso de fibras. Este tipo de investigación permite obtener conclusiones más sólidas sobre la influencia de las variables independientes en la variable dependiente y contribuir al conocimiento en el campo de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptivo – explicativo. En palabras de (Gonzalez B., 2011) el propósito de la investigación en este nivel descriptivo es describir los datos y características de una población. En cuanto el propósito de la investigación explicativa es explicar las características importantes de los hechos y fenómenos que son objeto de experimentos de laboratorio o de campo.

**Tabla 3 Nivel de Investigación**

<b>Criterio</b>	<b>Nivel de Investigación</b>
<b>Finalidad</b>	Aplicativa
<b>Estrategia</b>	Cuantitativa
<b>Objetivos</b>	Explicativa/Descriptiva
<b>Diseño de Prueba de la Hipótesis</b>	Experimental

**FUENTE:** Elaboración Propia.

### **3.3. Métodos de investigación**

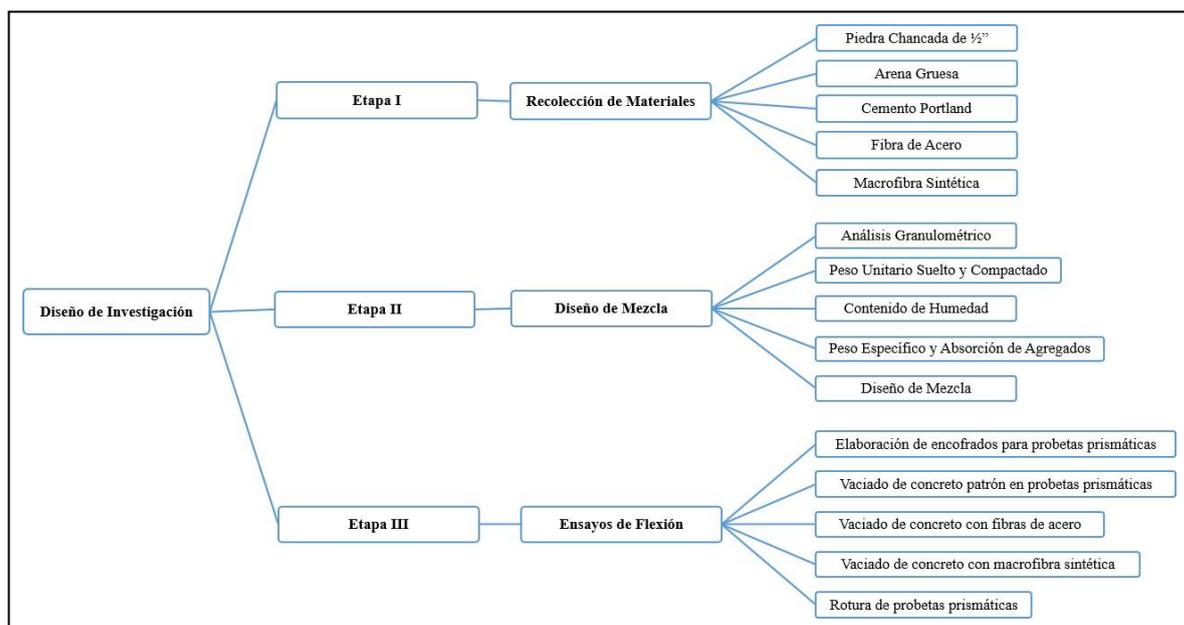
El método de investigación es científico porque la búsqueda sigue procedimientos prescritos para resolver el problema y obtener nueva información; También es científico porque se basa en la observación, recolección de datos, análisis de pruebas de laboratorio y síntesis del uso de fibras de acero y macrofibras sintéticas con el objetivo de lograr estándares de calidad en seguridad para la región de Pasco.

### **3.4. Diseño de investigación**

(Hernández Sampieri et al., 2006), define el diseño como el plan y la estrategia implementados para obtener información para investigaciones y responder a informes de problemas.

La investigación es experimental en el sentido de que se manipulan intencionalmente las variables independientes (diseño de concreto sin filamento de fibra de acero y sin filamento de macrofibra sintética y el diseño de concreto con fibra de acero y macrofibras sintéticas) y se analizan los efectos de la variable dependiente. (resistencia a la flexión) probeta de concreto prismático  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> durante la fabricación, continuamos interpretando y evaluando los resultados obtenidos con base en los puntos de prueba utilizados para verificar y evaluar la hipótesis propuesta.

*Figura 1 Etapas de la Investigación.*



**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

La población consiste en muestras específicas de concreto que cumplen con los criterios de la investigación. Se seleccionó muestras de concreto con una resistencia característica de 280 kg/cm<sup>2</sup> y que han sido reforzadas con fibras de acero y macrofibras sintéticas en la región de Pasco. Es importante definir claramente la población para que los resultados y conclusiones del estudio puedan aplicarse de manera precisa al conjunto de casos que se están considerando.

#### 3.5.2. Muestra

En el contexto de la tesis "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023", la muestra está compuesta por las muestras individuales de concreto que se sometieron a pruebas y análisis. Las muestras se someterán a condiciones de ensayo específicas para evaluar la resistencia a flexión. Esto incluye la aplicación de carga en un entorno de laboratorio controlado. Estas muestras

seleccionadas podrán cumplir con ciertos criterios adicionales, como condiciones de curado específicas, edad del concreto, o cualquier otra característica relevante para los objetivos del estudio.

*Tabla 4 Probetas de concreto para ensayo a flexión*

Edad (días)	Probeta normal	20 kg/m <sup>3</sup> de fibras de acero	40 kg/m <sup>3</sup> de fibras de acero	5 kg/m <sup>3</sup> de macrofibras sintéticas	9 kg/m <sup>3</sup> de macrofibras sintéticas	TOTAL
7 días	3	3	3	3	3	
14 días	3	3	3	3	3	45
28 días	3	3	3	3	3	

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.5.3. Muestreo

Muestreo no probabilístico, para este proyecto una muestra deliberada no probabilística es seleccionada por el investigador según su propio criterio sin seguir ninguna regla matemática o estadística, con respecto (Carrasco Díaz, 2008) el investigador asegura que la muestra sea la misma y lo más representativo posible, por lo que es necesario conocer las características de la población estudiada.

## 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.6.1. Técnica de recolección de datos

Este estudio utiliza una técnica de análisis documental que busca exhaustivamente información relevante como tesis, trabajos de investigación, revistas científicas, de las cuales se realizan aportes importantes que promueven el desarrollo de esta investigación, considerando criterios de búsqueda como confiable con bases de datos, cronograma según el estudio, palabras clave e información en diferentes idiomas.

### 3.6.2. Instrumento de recolección de datos

Se utiliza una matriz de recopilación de datos para obtener datos de mejor

calidad organizando los conocimientos y perspectivas de cada autor sobre sus artículos. Por lo tanto, se considera que se trata de estudios respaldados por una universidad o un centro de investigación científica y en el propio país, con un año de publicación, cuando los autores de los estudios seleccionados sean expertos en el tema investigado y desarrollado, así como estos autores se consideró la estructura del estudio IMRD (introducción, metodología, resultados y discusión) y finalmente, las conclusiones de cada artículo seleccionado se consideran el aporte más importante.

- **Validación:** El equipo de recolección de datos fue validado en un laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en Pasco, diseñado por un tesista y administrado por el director del laboratorio encargado de validar ciertos lineamientos. cumplimiento que cumple con los requisitos y/o parámetros establecidos y asegura que la información obtenida es conforme a las normas y válida en su contenido. La validación del material de investigación fue proporcionada por tablas que muestran la comparación de los resultados probados de diferentes proporciones de fibras de acero y macrofibras sintéticas con diseño tradicional utilizando equipos y herramientas de laboratorio como medios instrumentales.
- **Confiable del Instrumento:** Proporcionar datos para 03 diseños de estudio (adición de fibra de acero, adición de macrofibra sintética y convencional), y los 03 parámetros cronológicos de roturas de 03 muestras (07, 14 y 28 días) resultados consistentes y consistentes o similares.

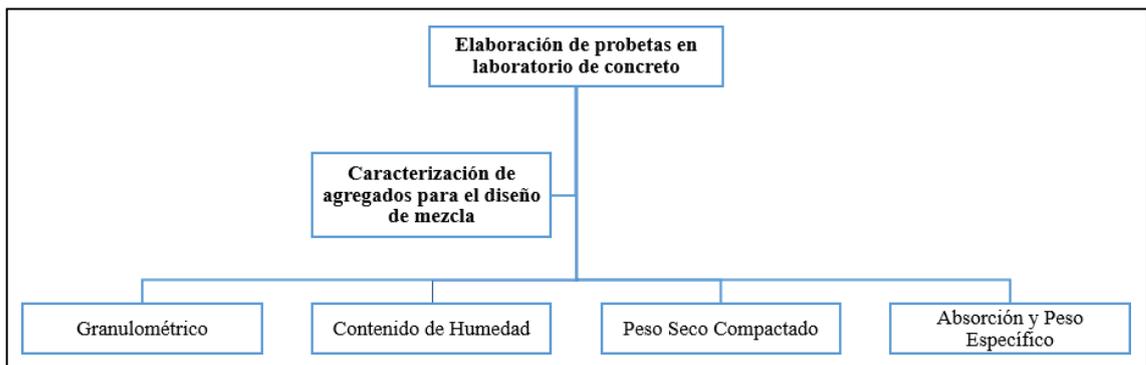
### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos, los datos se recolectan directamente, primero se recolectan agregados finos y gruesos y luego se transportan a un

laboratorio específico para la caracterización de agregados y el diseño de muestras. Con base en este diseño se preparan muestras cuadradas y cilíndricas de concreto armado y concreto simple para evaluar y analizar las propiedades de flexión. Toda la información se registra en un formato que cumple con los procedimientos técnicos y reglamentarios definidos para el trabajo y las fechas de muestreo y prueba asociadas a las pruebas realizadas.

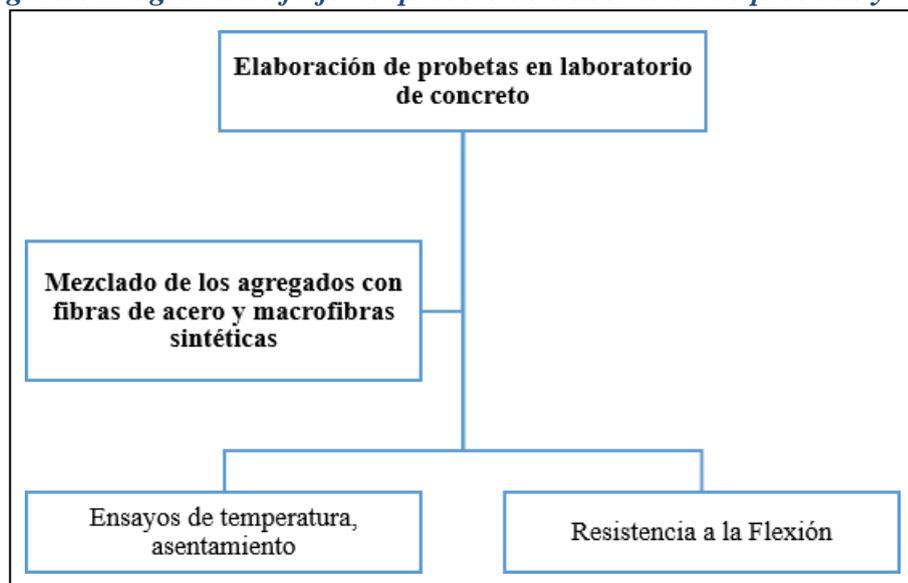
La información obtenida al aplicar diferentes métodos de recolección de información o datos se almacena en tablas, cuya estructura es considerada adecuada por el autor, que es fácil de entender la información almacenada.

**Figura 2 Diagrama de flujo del proceso de la investigación.**



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de probetas y ensayos.**



**Fuente:** Elaboración Propia.

Las variables de respuesta de este estudio fueron evaluadas estadísticamente mediante normalización y análisis de varianza (ANOVA) para asegurar la homogeneidad de las muestras de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero y macrofibras sintéticas. Estos trabajos se realizan con programas como Excel y el programa IBM SPSS Statistics 27.

### **3.8. Tratamiento estadístico.**

A través de los diversos análisis realizados en este trabajo se obtuvo una cantidad considerable de información. Las diversas variables cualitativas y cuantitativas examinadas en este estudio no pueden considerarse como entidades únicas, sino que deben entenderse como un conjunto de entidades o símbolos que conforman una misma entidad. En este sentido, creemos que es necesario utilizar métodos estadísticos en el procesamiento de estos datos, porque el procesamiento de estos datos va mucho más allá de las capacidades humanas. El procedimiento de datos estadísticos es por tanto una herramienta basada en un conjunto de métodos que pueden mostrar la distribución del objeto de estudio con los criterios definidos durante el análisis. (Terradas Batlle, 1995)

Se realizó un análisis descriptivo de los datos para resumir y presentar información básica sobre la resistencia a la flexión de las muestras con fibras de acero y macrofibras sintéticas. Esto podría incluir medidas como la media, la mediana, la desviación estándar y gráficos de distribución. Se pueden calcular intervalos de confianza para las medidas de resistencia a la flexión. Esto proporciona una estimación de la precisión de las mediciones y puede ayudar a interpretar la variabilidad en los resultados. Si hay más de dos grupos a comparar (por ejemplo, diferentes tipos de macrofibras sintéticas), se podría utilizar un análisis de varianza para evaluar las diferencias en la resistencia a la flexión entre

estos grupos. Los resultados estadísticos se presentarán de manera clara y comprensible, posiblemente utilizando tablas y gráficos. Es importante destacar cualquier hallazgo significativo y explicar su relevancia en el contexto de los objetivos de la investigación. Se discutirán los resultados estadísticos en el contexto de la literatura existente y los objetivos de la investigación. Esto incluye la interpretación de las diferencias significativas y cualquier implicación práctica.

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

El estudio “Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023” deberá cumplir con los estándares éticos dados por el Vicerrector de Investigaciones de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. las instituciones responsables de la validez de los estudios, que tomaron en cuenta reglas éticas como el respeto a las personas, los intereses y la justicia. También se demostró honestidad durante el proceso de investigación, respetando los valores y creencias sobre la originalidad y estatus de las referencias frente a las citas de otros autores sobre el tema.

Cuando se utilizan correctamente, los análisis cuantitativos/estadísticos pueden proporcionar datos sólidos para respaldar las afirmaciones teóricas, pero el uso inadecuado de dichos métodos puede, en última instancia, socavar la integridad de los métodos cuantitativos y de la investigación realizada. En las estadísticas pueden producirse malentendidos, tergiversaciones intencionadas y manipulación de resultados si no se toman las precauciones adecuadas. (Josue Franco & Cuyamaca College, s. f.).

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Descripción del Proyecto**

La tesis "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023" tiene como objetivo principal analizar y comparar cómo dos tipos de refuerzo, fibras de acero y macrofibras sintéticas, afecta la resistencia a flexión del concreto con una resistencia característica de  $280\text{ kg/cm}^2$ . Aquí se presenta un concepto general sobre la descripción del proyecto:

- El proyecto aborda la necesidad de mejorar las propiedades mecánicas del concreto mediante el uso de fibras como refuerzo. La resistencia a flexión es una propiedad crucial en diversas aplicaciones estructurales, y la investigación se enfoca en entender cómo las fibras de acero y las macrofibras sintéticas influyen en esta característica específica del concreto.
- La metodología involucra la preparación y prueba de muestras de concreto con ambos tipos de fibras, siguiendo estándares y procedimientos establecidos. Se

recolectan datos experimentales sobre la resistencia a flexión de cada muestra, permitiendo comparaciones directas entre las dos técnicas de refuerzo.

- El análisis estadístico desempeña un papel crucial en la tesis para determinar si existen diferencias significativas en la resistencia a flexión entre las muestras con fibras de acero y macrofibras sintéticas. Se busca identificar cuál de estas técnicas proporciona un mejor rendimiento en términos de resistencia a flexión en el contexto específico de Pasco en 2023.
- Los resultados y conclusiones obtenidas no solo contribuyen al conocimiento en el campo del concreto reforzado con fibras, sino que también tienen aplicaciones prácticas al proporcionar información valiosa para ingenieros y profesionales de la construcción en la elección de técnicas de refuerzo adecuadas.

En resumen, la tesis busca avanzar en la comprensión de cómo las fibras de acero y macrofibras sintéticas impactan la resistencia a la flexión del concreto en un contexto específico, contribuyendo así al desarrollo de prácticas constructivas más eficientes y duraderas.

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

##### **Datos del Proyecto**

En las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil se desarrolló el proyecto de investigación “Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023”. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en la Ciudad de Pasco; según limitaciones, los beneficiarios de este proyecto son la población de la región de Pasco; en cuanto a los materiales

utilizados, estos provienen de Pasco, como cemento Portland Andino Tipo I, agregados finos y gruesos extraídos de la Cantera Sacra Familia y por ende agua potable de la red universitaria de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Las fibras de acero y las macrofibras sintéticas son traídas de la ciudad capital de Lima ya que en la ciudad de Pasco su venta es escasa por el desconocimiento de dichas fibras.

### **Contenido del Proyecto**

Este capítulo presenta primero los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio, como las propiedades físicas de los agregados gruesos y finos en planes de mezcla. Por otro lado, se obtuvieron las fibras de acero en proporciones de 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> en sustitución del agregado grueso, y macrofibras sintéticas en sustitución del agregado grueso en proporciones de 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup>.

En segundo lugar, después de las pruebas de laboratorio del suelo, concreto y de pavimentos, se calcularon los diseños compuestos utilizando los métodos de diseño del Comité 211 de ACI se crearon 5 diseños de mezclas. El modelo de mezcla de concreto estándar y 4 modelos de concreto con sustitución de fibras de acero en proporciones de 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> por agregado grueso y macrofibras sintéticas en proporciones de 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup> por agregado grueso, ya que se utilizaron para comparan la resistencia a la flexión por el aumento de cada fibra. La estructura compuesta está diseñada para una resistencia a la compresión  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

En tercer lugar, se prepararon especímenes de prueba prismáticas con dimensiones de 0,15 x 0,15 x 0,45 m para el diseño de mezcla de concreto estándar y estructura de la mezcla añadiendo las fibras de acero y macrofibras sintéticas,

haciendo así un total de 45 especímenes de prueba prismáticas para medir la resistencia a la flexión después de 7, 14 y 28 días de curado.

Finalmente, se realizó un análisis comparando del comportamiento de resistencia a la flexión entre concreto convencional, concreto añadiendo fibras de acero y concreto añadiendo macrofibras sintéticas.

### **Secuencia Constructiva**

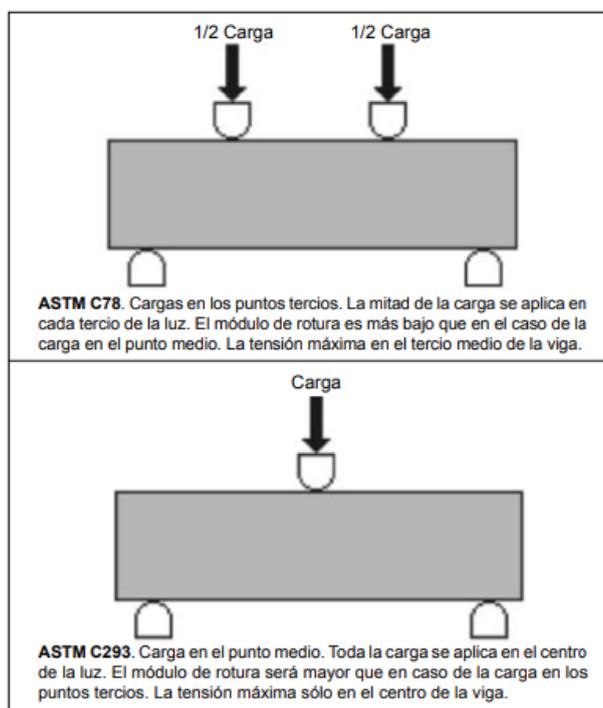
En primer lugar, se analizaron las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos mediante ensayos que examinaron la distribución del tamaño de las partículas, análisis granulométrico, gravedad específica, contenido de humedad, compactación y absorción de acuerdo con las normas aplicables para cada ensayo.

Los modelos del patrón estándar y los patrones que se añadirán fibras de acero y macrofibras sintéticas se presentan más adelante en este proyecto en los apéndices, los cuales se desarrollaron con base en datos obtenidos de las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos obtenidos en el laboratorio.

Después de 7, 14 y 28 días de curado, se analizan en proporciones las propiedades mecánicas del concreto estándar y los concretos añadiendo fibras de acero y macrofibras sintéticas como por ejemplo determinar el peso unitario y el peso unitario de las mezclas; también se especifican las temperaturas de cada modelo, tanto estándar como combinado.

Y finalmente, métodos de ensayo estándar para la resistencia a la flexión de cuerpos de concreto prismático estándar y cuerpos de concreto que incorporan fibras de acero y macrofibras sintéticas, realizados según las normas ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

*Figura 4 Normas ASTM C78 Y ASTM C293.*



**Fuente:** (NRMCA, 2017).

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Propiedades Físicas de los Agregados

Se analizaron las propiedades físicas de los agregados naturales (finos y gruesos) porque son materiales importantes en el diseño de mezclas y sus propiedades mecánicas en el concreto endurecido debido a que parte del agregado grueso fue reemplazado por fibra de acero. Estas pruebas se realizaron según los ensayos de las normas NTP examinando la distribución del tamaño de las partículas de cada agregado y probando la granulometría, el peso unitario suelto y compacto, el contenido de humedad, la gravedad específica y la absorción.

La calidad del agregado es importante porque constituye aproximadamente el 75% del volumen de la mezcla. Además de limitar la durabilidad, las propiedades físicas y químicas del agregado afectan en gran medida su durabilidad y

rendimiento.

El muestreo es tan importante que (NTP 400.010, 2016) se ha considerado cuidadosamente para obtener muestras que puedan caracterizar las propiedades y condiciones de este material. Durante este paso, después de secar el material, la muestra se mezcla completamente para continuar craqueando los agregados finos y gruesos para obtener muestras compactas representativas para las pruebas respectivas utilizando una unidad de craqueo de volumen uniforme. Finalmente se unieron las dos partes del cuadrante correspondiente y se repitió el procedimiento hasta alcanzar el volumen requerido para las pruebas granulométricas.

## **Análisis Granulométrico de los Agregados**

### ***Agregado Fino***

El proceso implica tamizar una muestra representativa del agregado fino a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente más pequeñas. Cada tamiz retiene las partículas cuyo tamaño exceda la abertura del tamiz. Se registra la cantidad de material retenido en cada tamiz, y estos datos se utilizan para construir una curva granulométrica que muestra la proporción de material en función del tamaño de partícula. El tamaño de los agregados finos se mide según las normas (NTP 400.012, 2001) y ASTM C33 (Especificaciones Estándar para Agregados). Los agregados se analizan tamizándolos a través de tamices estándar según NTP 400.037 (Requisitos para Agregados para Concreto) con malla de 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200. El módulo de elasticidad y luego se obtienen los porcentajes retenidos para cada malla.

**Tabla 5 Análisis Granulométrico del Agregado Fino**

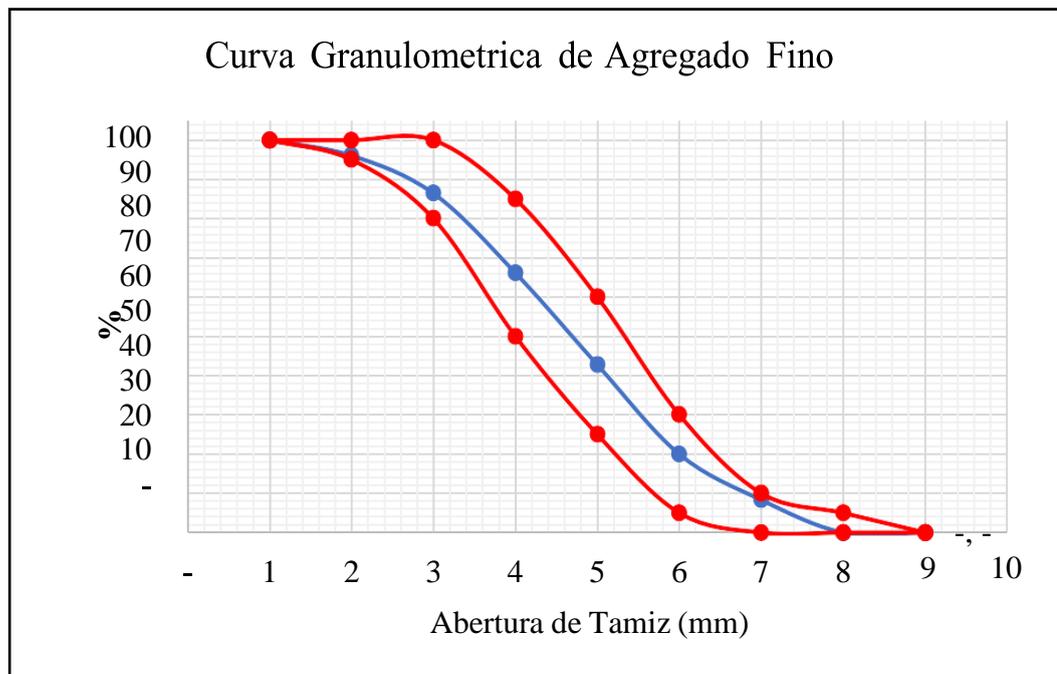
Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9,5				100,00
N° 4	4,75	39,00	3,95	3,95	96,05
N° 8	2,36	95,00	9,63	13,58	86,42
N° 16	1,18	200,00	20,27	33,85	66,15
N° 30	0,6	231,00	23,41	57,26	42,74
N° 50	0,3	224,80	22,78	80,04	19,96
N° 100	0,15	115,00	11,65	91,69	8,31
N° 200	0,075	82,00	8,31	100,00	-
FONDO	-				-
		<b>986,80</b>	<b>100,00</b>		

**Tamaño Máximo Nominal 1/2"**

**Módulo de Finura 2,80**

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Gráfico 1 Curva Granulométrica del Agregado Fino.**



**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Análisis de resultados:**

La granulometría del agregado fino se encuentra dentro de los parámetros del huso granulométrico 9 según ASTM C - 33, por lo que es un material adecuado para la producción de concreto. Estos parámetros definen los límites inferior y superior por los cuales el agregado fino debe ajustarse a la distribución granulométrica.

$$M_f = 2,80$$

Cabe señalar que el factor fino de los agregados finos se encuentra dentro de los parámetros definidos en las normas ASTM C - 136 y NTP 400.012, con valores de  $M_f$  entre 2,30 y 3,10.

### **Agregado Grueso**

El objetivo principal del ensayo de análisis granulométrico es evaluar la distribución de tamaños de las partículas en el agregado grueso y determinar si cumple con las especificaciones requeridas para su uso en concreto.

Los resultados del ensayo proporcionan información sobre la distribución de tamaños de partículas en el agregado grueso, lo que es crucial para evaluar su idoneidad para la fabricación de concreto.

La medición del tamaño de partícula de agregados grandes se realiza según las normas NTP 400.012 y ASTM C33 (especificaciones estándar para agregados). Ha sido determinado según los requisitos de la NTP 400.037. (requisito global para concreto) que utiliza ASTM no. 4 mallas configuradas en malla #2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", #4. Después de la evaluación, obtendrá los resultados del tamaño nominal máximo de pantalla y la tasa de retención; Consulte la siguiente tabla.

*Tabla 6 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*

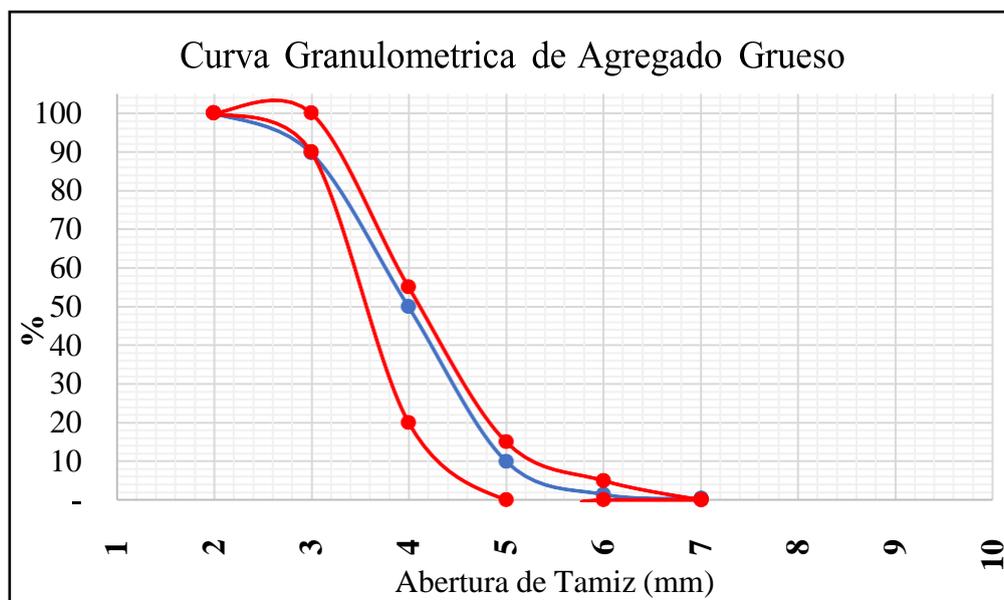
Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten.	% Reten.	% Reten.	% Pasa	Limites (NTP 400.037)	
		(gr)	Parcial	Acum.		Mínimo	Máximo
1 1/2"	37,500	---	---	---	---	---	---
1"	25,000	---	---	---	100.00	100.00	100.00
3/4"	19,000	512,00	10.30	10.30	89.70	90.00	100.00
1/2"	12,500	1 981,40	39.80	50.10	49.90	20.00	55.00
3/8"	9,500	1 985,30	39.90	90.00	10.00	---	15.00
N° 4	4,750	425,00	8.50	98.60	1.40	---	5.00
N° 8	2,360	51,70	1.00	99.60	0.40	---	---
N° 16	1,180	10,00	0.20	99.80	---	---	---
Fondo	---	10,00	0.20	100.00	---	---	---
		<b>4975,40</b>	<b>100.00</b>				

**Tamaño Máximo Nominal: 3/4"**

**Módulo de Finura: 6.99**

Fuente: Elaboración Propia.

*Gráfico 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso*



Fuente: Elaboración Propia.

### **Análisis de resultados:**

El análisis granulométrico del agregado grueso se encuentra dentro de los parámetros de la Huso Granulométrica 67 definidos en la norma ASTM C-136, lo que lo convierte en un material apto para su uso en la producción de concreto, este parámetro proporciona los límites inferior y superior. el cual debe llenar y ajustarse a la curva granométrica de un agregado fino de tamaño nominal 3/4".

$$M_f = 6,99$$

Por otro lado, cuando se calculó el factor de finura del agregado grueso, definitivamente es mayor que el del agregado fino, y también se dice que el factor de finura del agregado grueso depende del tamaño máximo del agregado.

### **Peso Específico y Absorción de los Agregados**

#### ***Agregado Fino***

Los resultados de la prueba de gravedad específica y absorción del agregado fino se muestran en la Tabla 7, donde (03) tres muestras toman el promedio como muestra final, cada muestra es de 500 gramos, la cual debe cumplir con el (NTP 400.022, 2013), (Método de prueba estándar para densidad, gravedad específica y absorción de agregados finos).

*Tabla 7 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

Descripción	Und	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Prom.
<b>Peso de la muestra secada al horno</b>	gr	494,50	492,70	493,60	493,60
<b>Peso del picnómetro lleno de agua</b>	gr	709,50	709,50	709,50	709,50
<b>Peso del picnómetro lleno de muestra y agua</b>	gr	1 025,90	1 025,60	1 028,80	1 026,77
<b>Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)</b>	gr	500,00	500,00	500,00	500,00
<b>Peso específico aparente</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,69	2,68	2,73	2,70
<b>Peso específico aparente (SSS)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,69	2,68	2,73	2,70
<b>Peso específico masa seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,78	2,79	2,83	<b>2,80</b>
<b>Absorción</b>	%	1,11	1,48	1,30	<b>1,30</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Análisis de resultados:**

En este experimento, la gravedad específica y el valor de absorción promedio del agregado fino fueron 2,80 g/cm<sup>3</sup> y 1,30%. Esto significa que el agregado absorbe una pequeña cantidad de agua y tiene una gravedad específica más alta que el agregado grueso.

#### **Agregado Grueso**

La gravedad específica del agregado grueso y la prueba de absorción se muestran en la tabla 8, se utilizaron tres muestras (03) para tomar el promedio final, cada muestra es de 4000 gramos en prueba equivalente, las cuales deben cumplir con la norma NTP. 400.021 (Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico y absorción del agregado fino).

*Tabla 8 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

Descripción	Und	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Prom.
<b>Peso de la muestra secada al horno</b>	gr	3 632,50	3 688,65	3 640,41	3 653,85
<b>Peso de la muestra SSS</b>	gr	3 706,60	3 759,20	3 709,40	3 725,07
<b>Peso del recipiente lleno de muestra y agua</b>	gr	2 155,90	2 212,40	2 207,10	2 191,80
<b>Peso específico aparente</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,34	2,38	2,42	2,38
<b>Peso específico aparente (SSS)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,39	2,43	2,47	2,43
<b>Peso específico masa seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,46	2,50	2,54	<b>2,50</b>
<b>Absorción</b>	%	2,04	1,91	1,90	<b>1,95</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Análisis de resultados:**

En este experimento, la gravedad específica y la absorción promedio del agregado grueso fueron 2,50 g/cm<sup>3</sup> y 1,95%, respectivamente. Esto significa que el agregado absorbe más agua que el agregado fino y tiene un peso específico menor que el agregado fino porque es menos denso y oscila entre 2,48 g/cm<sup>3</sup> y 2,8 g/cm<sup>3</sup> que está en la revista ASOCRETO.

#### **Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados**

##### ***Agregado Fino***

En la Tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos en base a pesos unitarios sueltos y pesos unitarios compactados de agregado fino. Se dice que la P.U.C. es más grande que el P.U.S. Esto se debe a que entra más material en un volumen determinado. Además, los resultados obtenidos deben cumplir con la norma ASTM C - 29 / NTP 400.017 (Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad “Peso Unitario” y los vacíos en los agregados).

*Tabla 9 Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Fino*

Descripción	Und	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Prom.
<b>Peso del recipiente + muestra suelta</b>	kg	19,65	19,66	19,57	19,63
<b>Peso del recipiente + muestra apisonada</b>	kg	21,37	21,43	21,21	21,34
<b>Peso del recipiente</b>	kg	6,22	6,22	6,22	6,22
<b>Peso de muestra en estado suelto</b>	kg	13,43	13,44	13,35	13,41
<b>Peso de muestra en estado compactado</b>	kg	15,15	15,21	14,99	15,12
<b>Volumen del recipiente</b>	kg	0,009	0,009	0,009	0,009
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1 492,00	1 494,00	1 484,00	<b>1 490,00</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1 684,00	1 690,00	1 666,00	<b>1 680,00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Análisis de resultados:**

Los pesos unitarios del agregado fino suelto y compactado fueron 1 490,00 kg/m<sup>3</sup> y 1 680,00 kg/m<sup>3</sup>. De esto podemos concluir que la P.U.C. es más grande que el P.U.S. Esto se debe a que puede entrar más material en el contenedor. El peso unitario suelto y el peso unitario compacto cumplen con la NTP 400.017, que establece una desviación estándar del inspector de 14 kg/m<sup>3</sup> y establece que ninguna prueba realizada bien por un mismo inspector deberá exceder los 40 kg/m<sup>3</sup>; Además, el peso unitario suelto debe estar entre 1 400 kg/m<sup>3</sup> y 1 600 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario compacto entre 1 500 kg/m<sup>3</sup> y 1 700 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Agregado Grueso**

El peso unitario suelto y peso compacto del agregado grueso y fino se obtienen según el procedimiento descrito en (NTP 400.017, 2021). Si la masa libre unitaria se obtiene dividiendo primero el volumen de árido según la altura del borde en un recipiente cilíndrico, el cual luego se nivela con un rodillo en el borde del recipiente; entre el volumen de este tanque. Asimismo, el peso unitario compactado

se consigue compactando el agregado en tres capas a razón de 25 golpes por capa mediante una varilla de 16 mm de diámetro y 60 cm de largo, tras lo cual se alisa el exceso de la capa compactada final.

**Tabla 10 Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso**

Descripción	Und	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Prom.
<b>Peso del recipiente + muestra suelta</b>	kg	28,81	28,45	28,91	28,72
<b>Peso del recipiente + muestra apisonada</b>	kg	29,85	30,28	30,15	30,09
<b>Peso del recipiente de la muestra suelta</b>	kg	7,02	7,02	7,02	7,02
<b>Peso del recipiente de la muestra apisonada</b>	kg	7,02	7,02	7,02	7,02
<b>Peso de muestra en estado suelto</b>	kg	21,79	21,43	21,89	21,71
<b>Peso de muestra en estado compactado</b>	kg	22,83	23,26	23,13	23,08
<b>Volumen del recipiente</b>	kg	0,014	0,014	0,014	0,014
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1 557,00	1 531,00	1 564,00	<b>1 550,00</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1 631,00	1 662,00	1 652,00	<b>1 648,00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Análisis de resultados:**

Los valores para masa unitaria suelta de agregado grueso fueron 1 550,00 kg/m<sup>3</sup> y para masa unitaria compacta 1 648,00 kg/m<sup>3</sup>. De ello se desprende que la

P.U.C. es más grande que el P.U.S. Esto se debe a que puede entrar más material en el contenedor. Los pesos unitarios sueltos y comprimidos del agregado crudo están definidos en la norma NTP 400.017, en esta norma el valor de la desviación estándar del probador es de 14 kg/m<sup>3</sup> y se estipula que se realizaron dos ensayos correctamente realizados por el mismo. ensayador no debe diferir en 40 kg. /m<sup>3</sup>; Además, el rango de peso unitario suelto debe estar entre 1 500 kg/m<sup>3</sup> y 1 600kg/m<sup>3</sup> y el rango de peso unitario compactado entre 1 600 kg/m<sup>3</sup> y 1 900 kg/m<sup>3</sup>. Contenido de Humedad de Agregados

El ensayo de contenido de humedad en agregados es un procedimiento

utilizado para determinar la cantidad de agua presente en una muestra de agregado, expresada como un porcentaje del peso seco de la muestra. Este ensayo es crucial para evaluar la cantidad de agua que afecta el peso y las propiedades del agregado.

### ***Agregado Fino***

Se utilizaron y promediaron tres muestras (03), pesando cada muestra 2 000 gramos, para realizar una prueba de humedad para agregado fino según ASTM C-566 y (NTP 339.185, 2002), (Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado). La Tabla 11 a continuación muestra los pesos promedio de las muestras húmedas y secas y el porcentaje promedio de contenido de humedad del agregado fino.

***Tabla 11 Contenido de Humedad del Agregado Fino***

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Muestra 01</b>	<b>Muestra 02</b>	<b>Muestra 03</b>	<b>Prom.</b>
<b>Peso del recipiente</b>	gr	420,10	421,25	423,70	421,68
<b>Peso del recipiente + muestra húmeda</b>	gr	2 397,10	2 400,25	2 396,90	2 398,08
<b>Peso del recipiente + muestra seca</b>	gr	2 317,60	2 319,30	2 318,50	2 318,47
<b>Peso muestra húmeda</b>	gr	1 977,00	1 979,00	1 973,20	1 976,40
<b>Peso muestra seca</b>	gr	1 897,50	1 898,05	1 894,80	1 896,78
<b>Peso de agua</b>	gr	79,50	80,95	78,40	79,62
<b>Contenido de humedad</b>	%	4,19	4,26	4,14	<b>4,20</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Análisis de resultados:**

El contenido de humedad del árido triturado fue del 4.20%. Se observó que el contenido de humedad del agregado fino es ligeramente mayor que el del agregado grueso. El agregado fino tiende a retener un alto contenido de agua debido a la acumulación de partículas finas, y el agregado fino es cohesivo porque tiene menos huecos que el agregado grueso. También se observó que la humedad

obtenida está entre 3% y 8% de humedad, que es la que se obtiene más comúnmente.

### ***Agregado Grueso***

El objetivo principal del ensayo de contenido de humedad en agregados es medir la cantidad de agua presente en una muestra de agregado, ya que el contenido de humedad puede influir en las propiedades del concreto.

De acuerdo con las normas ASTM C - 566 y NTP 339.185, la prueba de humedad para agregado grueso se obtuvo interpolando la Tabla 1 (tamaño total de muestra) (NTP 339.185, 2002), (03) utilizando tres muestras de 3000 gramos según el tamaño máximo (TM) 3/4"; pulg. La Tabla 12 muestra los pesos promedio de las muestras secas y húmedas y el contenido de humedad promedio del agregado grueso.

***Tabla 12 Contenido de Humedad del Agregado Grueso***

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Muestra 01</b>	<b>Muestra 02</b>	<b>Muestra 03</b>	<b>Prom.</b>
<b>Peso del recipiente</b>	gr	425,30	424,70	423,60	424,53
<b>Peso del recipiente + muestra húmeda</b>	gr	3 425,30	3 424,70	3 423,60	3 424,53
<b>Peso del recipiente + muestra seca</b>	gr	3 377,30	3 379,40	3 376,90	3 377,87
<b>Peso muestra húmeda</b>	gr	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00
<b>Peso muestra seca</b>	gr	2 952,00	2 954,70	2 953,30	2 953,33
<b>Peso de agua</b>	gr	48,00	45,30	46,70	46,67
<b>Contenido de humedad</b>	%	1,63	1,53	1,58	<b>1,58</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Análisis de resultados:**

El contenido de agua del agregado grueso fue del 1.58%. Se encontró que el agregado grueso tiene menor contenido de humedad que el agregado fino. Esto se debe a que este último tiende a retener un alto contenido de humedad debido a

la aglomeración de partículas finas y también contiene menos huecos. También se observó que el contenido de humedad obtenido varía del 1% al 6% de humedad, que es el más comúnmente obtenido.

#### 4.2.2. Propiedades Físicas de las Fibras de Acero

Se utilizaron fibras de metal Z porque es un refuerzo de acero frío con bajo contenido de carbono que aumenta la resistencia del hormigón convencional. Se puede dispersar fácilmente en el hormigón para asegurar un refuerzo uniforme. (Z Aditivos, 2019).

*Tabla 13 Características de las Fibras de Acero*

Tipo de Fibra	Fibra de Acero				
	Relación	Longitud	Diámetro	Módulo de Elasticidad	Resistencia
Fibra de Acero QSI	80	60 mm	0.75 mm	210 000 Mpa	815,77 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.3. Propiedades Físicas de las Macrofibras Sintéticas

Ideal para el refuerzo del hormigón y esto se logra gracias a los tratamientos físicos-químicos en su proceso de fabricación, la adherencia fibra – hormigón es óptimo. Fibra Sintética Estructural para el control y el refuerzo estructural del hormigón. (Remicsa, s. f.)

*Tabla 14 Características de las Macrofibras Sintéticas*

Tipo de Fibra	Macrofibras Sintéticas						
	Material prima	Densidad	Diámetro equivalente	Longitud de la fibra	Absorción de humedad	Resistencia a la tensión	Módulo de elasticidad
Fibras Remicsa	Polipropileno estructural copolimero	0,91 gr/cm <sup>3</sup>	0,93 mm.	60 mm.	Nula	560 Mpa	20,5 Gpa

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.4. Diseño de Mezcla desarrollado según las Tablas ACI 211

Los conceptos de las mezclas utilizadas se dan en los anexos posteriores de este trabajo de investigación. Estos ensayos se realizan utilizando los datos obtenidos de las propiedades físicas de los agregados (fino y grueso).

El diseño de la mezcla se realiza con los resultados obtenidos previamente en el laboratorio asignando el diseño del Comité ACI 211 (American Concrete Institute) al concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y encontrando la relación de volumen adecuada. y/o peso de los componentes del concreto (C: AG: AF: A), luego de elaborar el diseño, se cambió la dosis con fibras de acero a  $20 \text{ kg/m}^3$  y  $40 \text{ kg/m}^3$  y con macrofibras sintéticas a  $5 \text{ kg/m}^3$  y  $9 \text{ kg/m}^3$  dependiendo del peso del agregado grueso presentado y descrito abajo:

*Tabla 15 Resumen de las Características del Agregado*

Descripción	Agregado fino		Agregado grueso	
<b>Peso Unitario Suelto</b>	1 490	Kg/m <sup>3</sup>	1 550	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1 680	Kg/m <sup>3</sup>	1 648	Kg/m <sup>3</sup>
<b>P. Especifico Masa Seca</b>	2,82	gr/cm <sup>3</sup>	2,50	gr/cm <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad</b>	4,20	%	1,58	%
<b>% De Absorción</b>	1,30	%	1,95	%
<b>Módulo de Fineza</b>	2,80		6,99	
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	1/2	"	3/4	"

**Fuente:** Elaboración Propia.

Tenemos en consideración los datos siguientes para el diseño:

- Cemento : Andino Portland Tipo I.
- Peso específico del cemento :  $3,12 \text{ g/cm}^3$ .
- Factor de diseño :  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Slump : 3 a 4 pulg.

- Peso específico del agua : 1 000 kg/m<sup>3</sup>.

*Tabla 16 Cantidad de Material del Patrón Normal*

Material	P. Húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Material por Patrón (kg/0.20m <sup>3</sup> )
<b>Cemento</b>	439,914	8,80
<b>A. Fino</b>	740,193	14,80
<b>A. Grueso</b>	1 021,133	20,42
<b>Agua</b>	188,119	3,76
<b>Aire</b>	0,000	0,000

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.2.5. Proporciones de las Fibras de Acero y Macrofibras Sintéticas

Para el reemplazo del agregado grueso se determinan las dosis de las fibras de acero, las cuales no deben exceder los 40 kg/m<sup>3</sup>, y las dosis de las macrofibras sintéticas las cuales no deben exceder los 9 kg/m<sup>3</sup>.

*Tabla 17 Proporciones de las Fibras de Acero y las Macrofibras Sintéticas*

Descripción	Und.	(-)	(+)
<b>Fibras de Acero (FA)</b>	kg/m <sup>3</sup>	20	40
<b>Macrofibras Sintéticas (MS)</b>	kg/m <sup>3</sup>	5	9

**Fuente:** Elaboración Propia.

Luego, el peso del material de concreto completado con cada adición de fibras de acero y macrofibras sintéticas para cuatro (04) patrones, realizados con (09) nueve vigas prismáticas para cada patron es el siguiente:

**Tabla 18** *Diseño de Mezcla del Concreto para diferentes patrones (0.020 m<sup>3</sup> para una probeta prismática)*

<b>Materiales</b>	<b>Patrón Normal</b>	<b>Patrón FA (-)</b>	<b>Patrón FA (+)</b>	<b>Patrón MS (-)</b>	<b>Patrón MS (+)</b>
<b>Cemento (kg)</b>	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80
<b>A. Fino (kg)</b>	14,80	14,80	14,80	14,80	14,80
<b>A. Grueso (kg)</b>	20,42	20,02	19,62	20,32	20,24
<b>Agua (L)</b>	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76
<b>Fibras de Acero (kg)</b>	---	0,40	0,80	---	---
<b>Macrofibra Sintética</b>	---	---	---	0,10	0,18

**Fuente:** Elaboración Propia.

La adición de fibras de acero a la mezcla de concreto se realiza en dosis de 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup>, se reemplazará al agregado grueso, las proporciones son 400 gr y 800 gr por cada porción.

La adición de macrofibra sintética a la mezcla se realizó en dosis de 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup>, se reemplazará al agregado grueso, las proporciones son 100 gr y 180 gr por cada dosis.

**Tabla 19** *Número de muestras para cada tanda y/o dosificación*

<b>Patrones</b>	<b>Patron General</b>				
	<b>Probetas de 0.15 m x 0.15 m x 0.45 m</b>				
	<b>Patrón Normal</b>	<b>Patrón FA (-)</b>	<b>Patrón FA (+)</b>	<b>Patrón MS (-)</b>	<b>Patrón MS (+)</b>
<b>Patrón Normal</b>	9	-	-	-	-
<b>Patrón FA (-)</b>	-	9	-	-	-
<b>Patrón FA (+)</b>	-	-	9	-	-
<b>Patrón MS (-)</b>	-	-	-	9	-
<b>Patrón MS (+)</b>	-	-	-	-	9

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.2.6. Propiedades Mecánicas del Concreto Fresco Determinación del Asentamiento de los Diseños de Mezcla

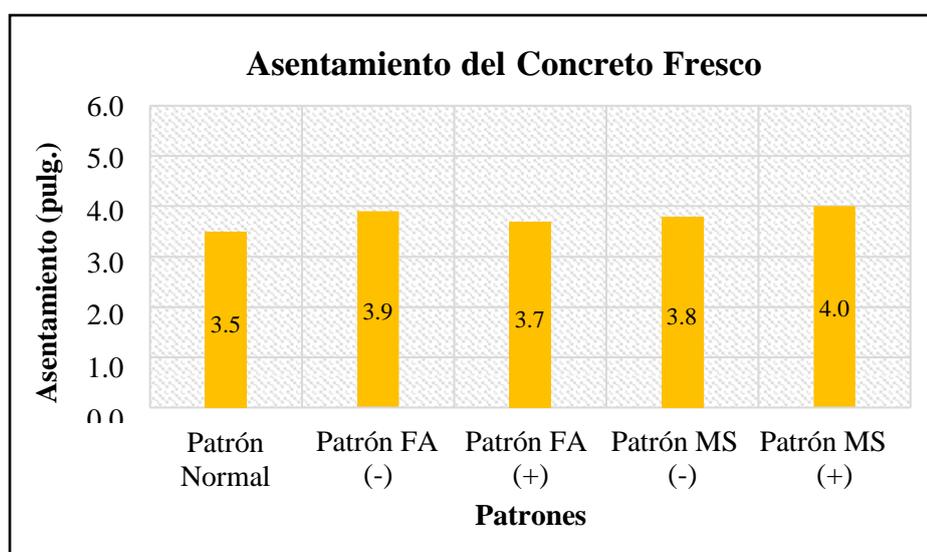
El concreto se utiliza en diversas estructuras como vigas, columnas, cimientos, etc. Muchos estudios han demostrado que el asentamiento es de 1 a 6 pulgadas. Para este proyecto, se asumió que el concreto convencional tenía un asentamiento de 3” a 4” pulgadas para una trabajabilidad óptima. Esta prueba se realizó de acuerdo con (NTP 339.035, 2009) Método de ensayo para medición del asentamiento del concreto de cemento Portland, utilizando el Cono de Abrams.

*Tabla 20 Asentamiento del Concreto Normal y Concreto con FA y MS*

Muestra	Asentamiento		Temperatura Ambiente °C	Humedad Relativa %
	pulg.	cm.		
<b>Patrón Normal</b>	3,50	8,890	13,90	76
<b>Patrón FA (-)</b>	3,90	9,906	14,10	76
<b>Patrón FA (+)</b>	3,70	9,398	14,30	76
<b>Patrón MS (-)</b>	3,80	9,652	14,40	76
<b>Patrón MS (+)</b>	4,00	10,160	14,10	76

**Fuente:** Elaboración Propia.

*Gráfico 3 Asentamiento del Concreto Fresco*



**Fuente:** Elaboración Propia.

## **Análisis de resultados:**

En el gráfico se muestran los resultados de consistencia del concreto, donde el patrón FA (-) y (+), MS (-) y (+) están entre el rango del asentamiento. Como también el patrón normal se encuentra Enel rango de 3” a 4” pulgadas.

## **Determinación de la Temperatura de los Diseños de Mezcla**

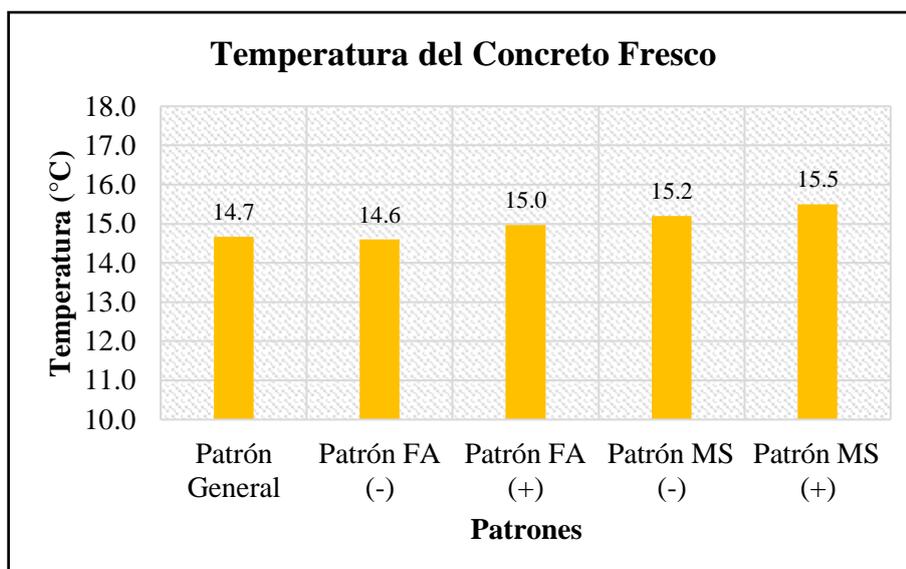
De acuerdo con la norma ASTM C 1064 y (NTP 339.184, 2002) Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón, la temperatura de cada uno de los patrones se midió usando un termómetro protegido con rango de -5 °C a 50 °C, sumergido a 3” pulgadas en el concreto. La tabla y el grafico siguiente muestra las temperaturas alcanzadas para cada patrón. El objetivo principal del ensayo de la temperatura del concreto fresco es medir y registrar la temperatura del concreto en el momento de su colocación, lo que proporciona información importante para el control de calidad y el ajuste de las mezclas.

*Tabla 21 Temperatura del Concreto Natural y Concreto con FA y MS*

<b>Descripción</b>	<b>Lectura N° 01 (°C)</b>	<b>Lectura N° 02 (°C)</b>	<b>Lectura N° 03 (°C)</b>	<b>Promedio</b>
<b>Patrón Normal</b>	14,50	15,30	14,20	14,67
<b>Patrón FA (-)</b>	14,80	13,90	15,10	14,60
<b>Patrón FA (+)</b>	14,20	15,20	15,50	14,97
<b>Patrón MS (-)</b>	14,90	15,20	15,50	15,20
<b>Patrón MS (+)</b>	15,90	15,40	15,20	15,50

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Gráfico 4 Temperatura del Concreto Fresco**



**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Análisis de resultados:**

El Gráfico 4 compara los valores obtenidos de la temperatura del concreto fresco de cada patrón, donde se muestra un aumento de 0.3 °C más en el patrón FA (+) al agregar fibras de acero y un aumento de 0.8 °C más en el patrón MS (+) al agregar macrofibras sintéticas al concreto natural.

#### **4.2.7. Propiedades Mecánicas del Concreto Endurecido**

##### **Peso Unitario del Concreto Endurecido**

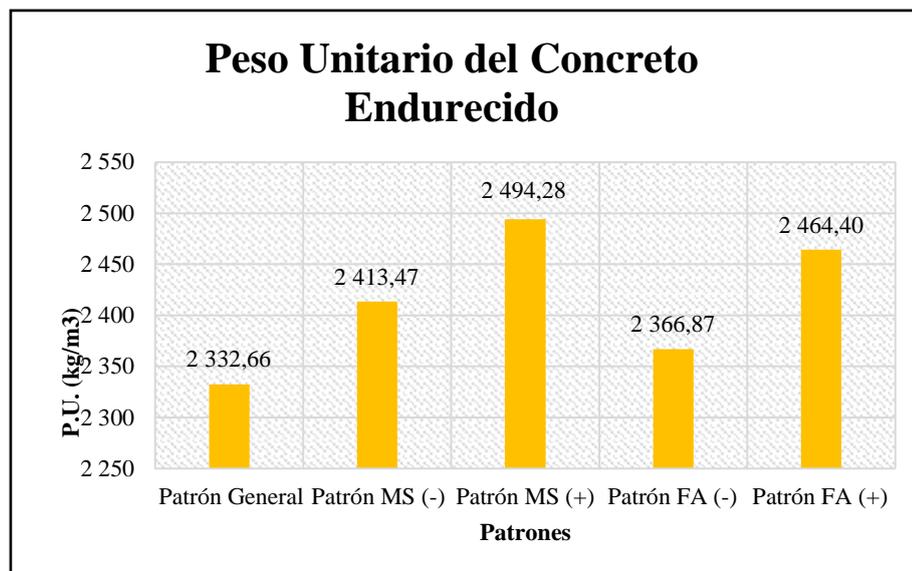
Según la norma ASTM C642, que es el Método de Prueba Estándar para Densidad, Absorción y Espacios Vacíos en Hormigón Endurecido, la densidad del hormigón fluctúa entre 2 200 y 2 400 kg/m<sup>3</sup> y su gravedad específica oscila entre 2,2 y 2,4, con un valor promedio típico de 2,35. En consecuencia, se procedió a pesar tanto las muestras cilíndricas como los prismas de cada estándar, y los resultados obtenidos se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla 22** *Peso Unitario del Concreto Natural y Concreto con FA y MS*

Descripción	Longitud Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Peso Promedio (g)	Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	Gravedad Específica Promedio (g/cm <sup>3</sup> )
<b>Patrón Normal</b>	55	15	15	28 866,67	2 332,66	2,33
<b>Patrón MS (-)</b>	55	15	15	29 866,67	2 413,47	2,41
<b>Patrón MS (+)</b>	55	15	15	30 866,67	2 494,28	2,49
<b>Patrón FA (-)</b>	55	15	15	29 290,00	2 366,87	2,37
<b>Patrón FA (+)</b>	55	15	15	30 496,67	2 464,38	2,46

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Gráfico 5** *Peso Unitario del Concreto Endurecido Natural y Concreto Endurecido con MS y FA*



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Análisis de resultados:**

El peso por unidad del concreto que se adiciona macrofibra sintética en un porcentaje de 9 kg/m<sup>3</sup> aumenta en un 6,93% con respecto al concreto natural y al aumentar fibra de acero de proporción de 40 kg/m<sup>3</sup> aumenta en un 5,65% con respecto al concreto natural. Esto se debe a que la adición de fibras de acero y macrofibras sintéticas la cual aumenta la densidad y el peso de la mezcla. También

se observa que la gravedad específica del concreto aumentando la menor proporción de fibra de acero y macrofibras sintéticas varían entre 2,2 y 2,4.

### Resistencia a la Flexión del Concreto

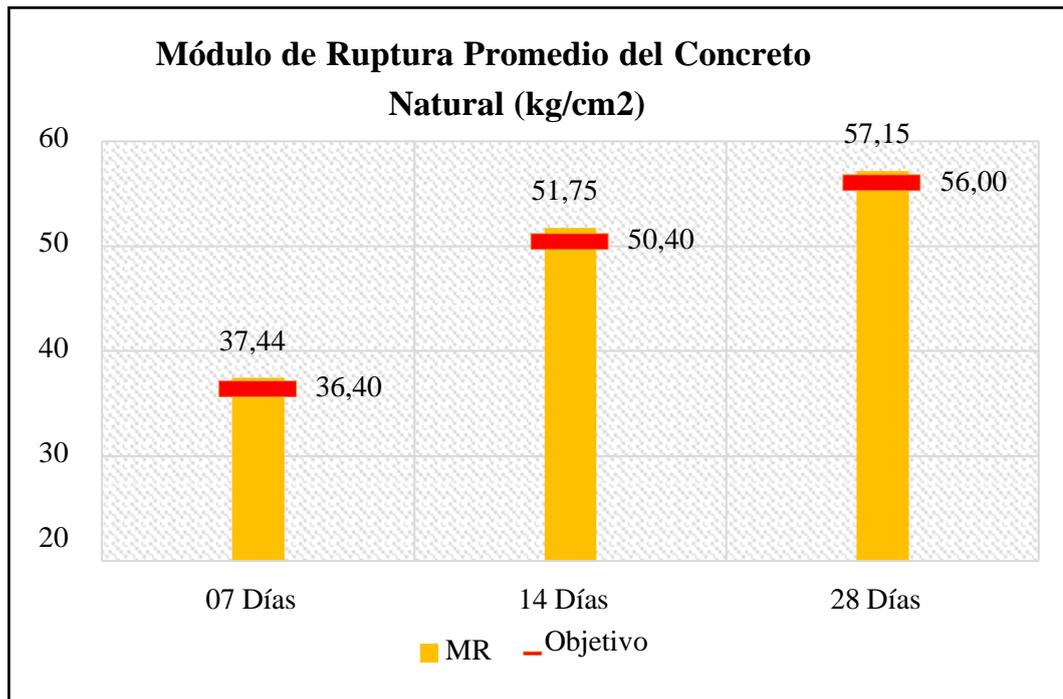
Siguiendo las normas NTP 339.079 y ASTM C – 78, se realizó un método de prueba para determinar la resistencia a la flexión en los tres tipos de concreto: el concreto natural, el concreto adicionando 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero y el concreto adicionando 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibras sintéticas. Como bien sabemos el módulo de rotura es del 10 al 20% de la resistencia a compresión en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso aumentado en el concreto. Los resultados de estas pruebas se exponen en las tablas a continuación:

*Tabla 23 Resistencia a la Flexión del Concreto Natural*

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	MR (kg/cm <sup>2</sup> )	MR Promedio
RHG-01	Patrón Normal	07	22,10	280,00	36,72	
RHG-02	Patrón Normal	07	22,90	280,00	38,05	37,44
RHG-03	Patrón Normal	07	22,60	280,00	37,56	
RHG-04	Patrón Normal	14	30,45	280,00	50,60	
RHG-05	Patrón Normal	14	31,18	280,00	51,81	51,75
RHG-06	Patrón Normal	14	31,80	280,00	52,84	
RHG-07	Patrón Normal	28	34,53	280,00	57,38	
RHG-08	Patrón Normal	28	34,38	280,00	57,13	57,15
RHG-09	Patrón Normal	28	34,27	280,00	56,95	

**Fuente:** Elaboración Propia.

*Gráfico 6 Módulo de Ruptura Promedio del Concreto Natural*



**.Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Análisis de resultados:**

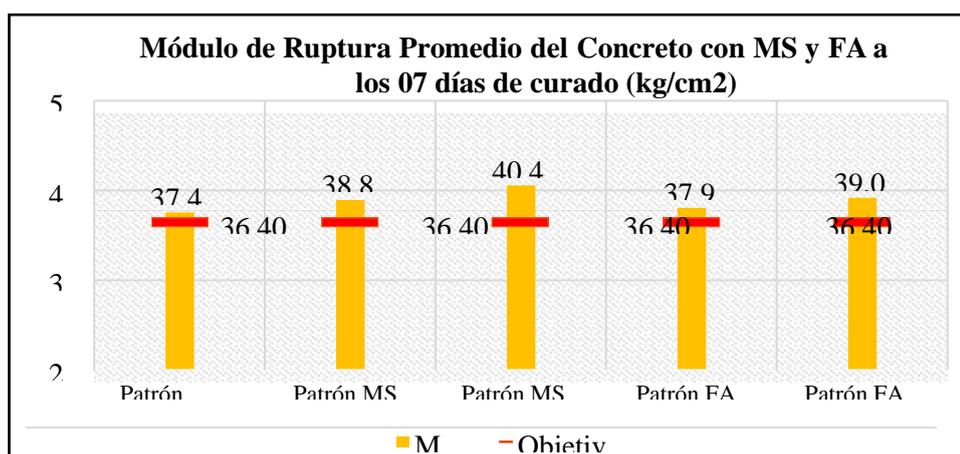
Se notó en el gráfico que la resistencia a la flexión promedio en las vigas estándar de concreto se logró un módulo de ruptura promedio máximo de 57,15 kg/cm<sup>2</sup> al cabo de 28 días siendo así mayor que el objetivo. En la tabla 23 se revela un módulo de ruptura promedio inicial de 37,44 kg/cm<sup>2</sup> a los 07 días de curado siendo también mayor que el objetivo que es de 36,40 kg/cm<sup>2</sup> la cual este objetivo es el 20% de la resistencia a la compresión con un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>; por tanto, se está demostrando una progresión lineal en la resistencia a lo largo del tiempo sin irregularidades.

**Tabla 24 Resistencia a la Flexión del Concreto con MS y FA a los 07 días de curado**

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	MR (kg/cm <sup>2</sup> )	MR Promedio
RH1-01	Patrón MS (-)	07	23,51	280,00	39,07	
RH1-02	Patrón MS (-)	07	23,23	280,00	38,60	38,85
RH1-03	Patrón MS (-)	07	23,39	280,00	38,87	
RH2-01	Patrón MS (+)	07	24,34	280,00	40,45	
RH2-02	Patrón MS (+)	07	24,03	280,00	39,93	40,45
RH2-03	Patrón MS (+)	07	24,65	280,00	40,96	
RH3-01	Patrón FA (-)	07	22,85	280,00	37,97	
RH3-02	Patrón FA (-)	07	23,02	280,00	38,25	37,97
RH3-03	Patrón FA (-)	07	22,69	280,00	37,70	
RH4-01	Patrón FA (+)	07	23,50	280,00	39,05	
RH4-02	Patrón FA (+)	07	23,30	280,00	38,72	39,07
RH4-03	Patrón FA (+)	07	23,74	280,00	39,45	

Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 7 Módulo de Ruptura Promedio del Concreto con MS y FA a los 07 días de curado.**



Fuente: Elaboración Propia.

#### Análisis de resultados:

Se observa que la resistencia a la flexión de la muestra con macrofibra sintética con 9 kg/m<sup>3</sup> después de 7 días de curado supera en un 8,04% a la del

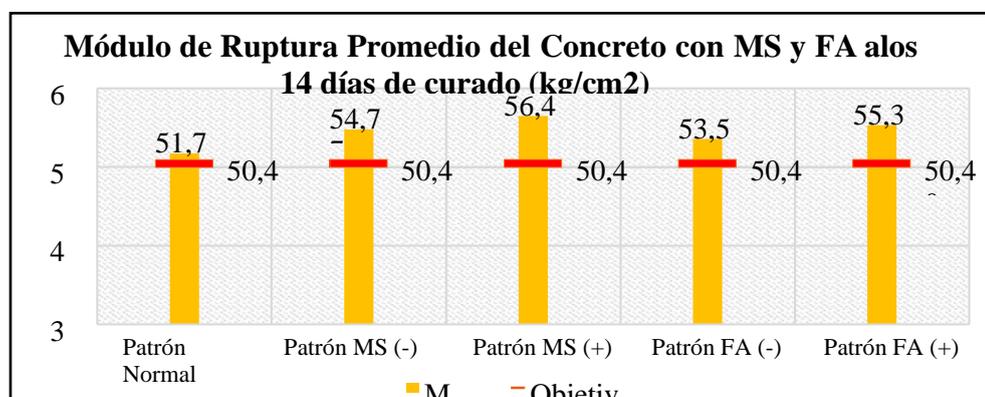
concreto natural, en la muestra con fibras de acero observamos que se supera en un 4,35% al concreto natural. Además, se observa un aumento en la resistencia a la flexión en las variantes patron MS (-) y patron FA (-) comparado con el concreto natural, atribuible a la incorporación de fibras de acero y macrofibras sintéticas en la mezcla. También vemos que se obtiene más resistencia aumentando macrofibras sintéticas que las fibras de acero, aunque la diferencia no tiene una considerable variación.

**Tabla 25 Resistencia a la Flexión del Concreto con MS y FA a los 14 días de curado**

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	MR (kg/cm <sup>2</sup> )	MR Promedio
RH1-04	Patrón MS (-)	14	32,82	280,00	54,54	54,77
RH1-05	Patrón MS (-)	14	33,12	280,00	55,04	
RH1-06	Patrón MS (-)	14	32,93	280,00	54,72	
RH2-04	Patrón MS (+)	14	33,74	280,00	56,07	56,47
RH2-05	Patrón MS (+)	14	34,24	280,00	56,90	
RH2-06	Patrón MS (+)	14	33,96	280,00	56,43	
RH3-04	Patrón FA (-)	14	32,22	280,00	53,54	53,55
RH3-05	Patrón FA (-)	14	31,90	280,00	53,01	
RH3-06	Patrón FA (-)	14	32,55	280,00	54,09	
RH4-04	Patrón FA (+)	14	33,29	280,00	55,32	55,32
RH4-05	Patrón FA (+)	14	33,52	280,00	55,70	
RH4-06	Patrón FA (+)	14	33,06	280,00	54,94	

Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 8 Módulo de Ruptura Promedio del Concreto con FA y MS a los 14 días de curado**



Fuente: Elaboración Propia.

### Análisis de resultados:

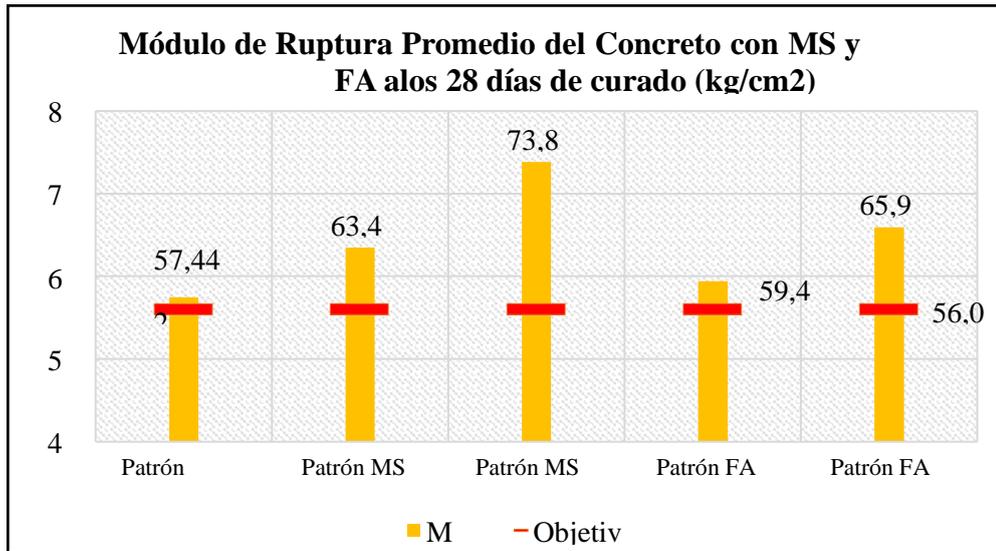
Se observa que la resistencia a la flexión de la muestra con macrofibra sintética con 9 kg/m<sup>3</sup> después de 14 días de curado supera en un 9,12% a la del concreto natural, en la muestra con fibras de acero observamos que se supera en un 6,90% al concreto natural. Además, se observa un aumento en la resistencia a la flexión en las variantes patrón MS (-) y patrón FA (-) comparado con el concreto natural, hay aumento al incorporar fibras de acero y macrofibras sintéticas en la mezcla. También vemos que se obtiene más resistencia aumentando macrofibras sintéticas que fibras de acero, la diferencia tiene una considerable variación.

*Tabla 26 Resistencia a la Flexión del Concreto con MS y FA a los 28 días de curado*

Código	Patrón	Edad	Carga Máxima (kN)	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	MR (kg/cm <sup>2</sup> )	MR Promedio
RH1-07	Patrón MS (-)	28	38,18	280,00	63,44	
RH1-08	Patrón MS (-)	28	38,46	280,00	63,91	63,48
RH1-09	Patrón MS (-)	28	37,96	280,00	63,08	
RH2-07	Patrón MS (+)	28	44,22	280,00	73,48	
RH2-08	Patrón MS (+)	28	44,46	280,00	73,88	73,84
RH2-09	Patrón MS (+)	28	44,63	280,00	74,16	
RH3-07	Patrón FA (-)	28	35,79	280,00	59,47	
RH3-08	Patrón FA (-)	28	36,06	280,00	59,92	59,42
RH3-09	Patrón FA (-)	28	35,42	280,00	58,86	
RH4-07	Patrón FA (+)	28	39,52	280,00	65,67	
RH4-08	Patrón FA (+)	28	39,83	280,00	66,19	65,94
RH4-09	Patrón FA (+)	28	39,70	280,00	65,97	

Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 9 Módulo de Ruptura Promedio del Concreto con FA y MS a los 28 días de curado**



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Análisis de resultados:**

Se observa que la resistencia a la flexión de la muestra con macrofibra sintética con 9 kg/m<sup>3</sup> después de 28 días de curado supera en un 28.55% a la del concreto natural, en la muestra con fibras de acero observamos que se supera en un 14.80% al concreto natural. Además, se observa un aumento en la resistencia a la flexión en las variantes patron MS (-) y patron FA (-) comparado con el concreto natural, hay aumento al incorporar fibras de acero y macrofibras sintéticas en la mezcla. En este sentido vemos que se obtiene más resistencia aumentando macrofibras sintéticas que fibras al concreto ya que la diferencia entre los dos módulos de ruptura a los 28 días de curado tiene una considerable variación.

**4.3. Prueba de hipótesis**

**4.3.1. Aplicación de la Prueba de Normalidad**

Existen dos métodos para realizar la prueba de normalidad: la prueba de Kolmogorov-Smirnov, adecuada para muestras de gran tamaño, y la prueba de Shapiro-Wilk, recomendada para muestras pequeñas. En este caso particular,

optaremos por utilizar la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido tamaño de nuestra muestra.

- Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal. Ha: los datos no provienen de una distribución normal.

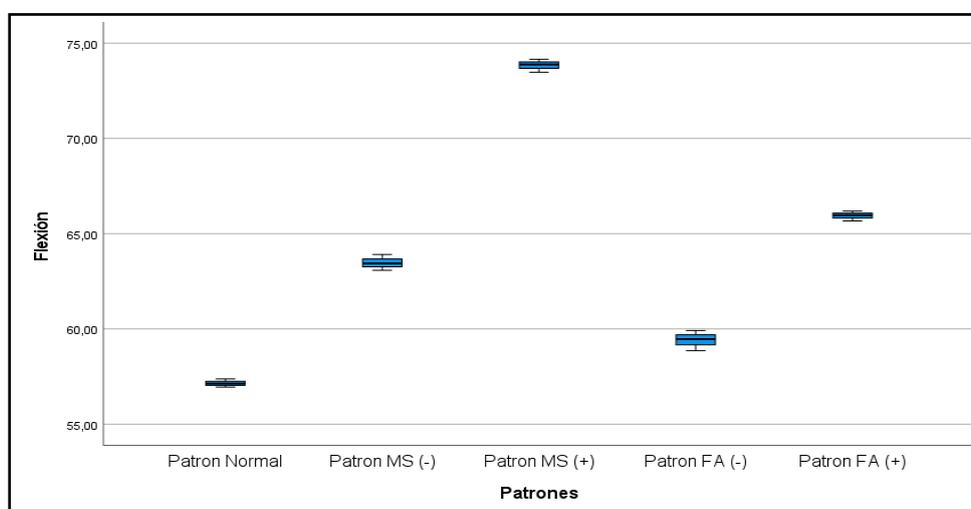
- **Criterio para determinar la prueba de normalidad para la hipótesis:** Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula Ho. Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

**Tabla 27 Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión**

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Patron Normal</b>	0,210	3	.	0,991	3	0,821
<b>Patron MS (-)</b>	0,202	3	.	0,994	3	0,854
<b>Patron MS (+)</b>	0,213	3	.	0,990	3	0,806
<b>Patron FA (-)</b>	0,207	3	.	0,992	3	0,834
<b>Patron FA (+)</b>	0,207	3	.	0,992	3	0,831

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Gráfico 10 Diagrama de Cajas**



**Fuente:** Elaboración SPSS

### Análisis de resultados:

Considerando que los valores de significancia (p-valores) tanto de los datos naturales como experimentales son superiores a  $> 0,05$ , procedemos a aceptar la hipótesis nula. En consecuencia, se determina que la variable de resistencia a la flexión se distribuye de manera normal en todos los grupos evaluados, la cual también se observa en el gráfico de diagrama de cajas.

#### 4.3.2. Aplicación de la Prueba de ANOVA

Se verifica mediante la prueba de Levene, aplicando un criterio específico para establecer la homogeneidad de las varianzas.

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0,05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

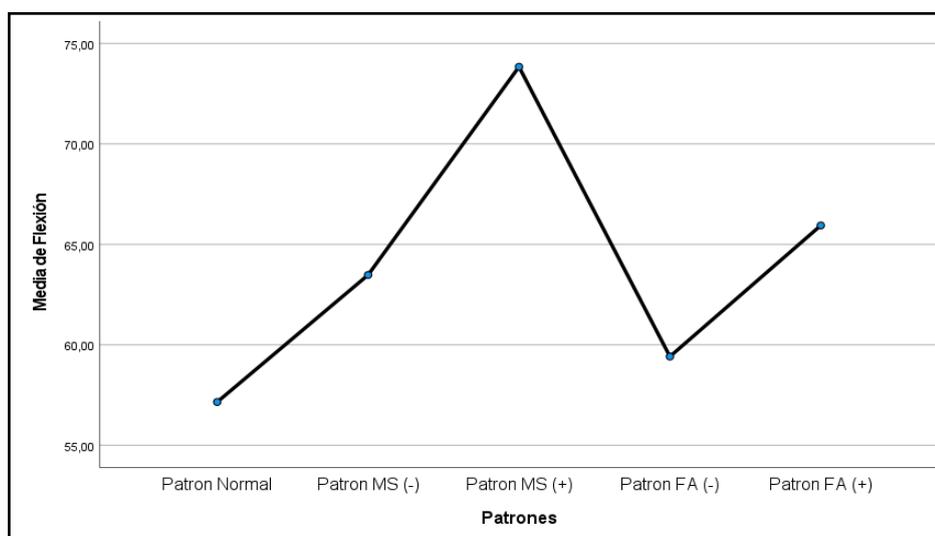
Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0,05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

*Tabla 28 Estadística Descriptiva*

	N	Media	Desviación Estándar
<b>Patron Normal</b>	3	57,153	0,216
<b>Patron MS (-)</b>	3	63,477	0,416
<b>Patron MS (+)</b>	3	73,840	0,342
<b>Patron FA (-)</b>	3	59,417	0,532
<b>Patron FA (+)</b>	3	65,943	0,261
<b>Total</b>	15	63,966	6,022

Fuente: Elaboración Propia.

*Gráfico 11 Gráfico de medias.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 29 Prueba de ANOVA para la Resistencia a la Flexión**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	506,262	4	126,566	920,030	< ,001
<b>Dentro de grupos</b>	1,376	10	0,138		
<b>Total</b>	507,638	14			

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 30 Prueba Post Hoc de Flexión – Comparación múltiples**

**Fuente:** Elaboración SPSS.

<b>Comparaciones múltiples</b>						
Variable dependiente: Flexión						
HSD Tukey						
(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patron Normal	Patron MS (-)	-6,32333*	,30284	<.001	-7,3200	-5,3267
	Patron MS (+)	-16,68667*	,30284	<.001	-17,6833	-15,6900
	Patron FA (-)	-2,26333*	,30284	<.001	-3,2600	-1,2667
	Patron FA (+)	-8,79000*	,30284	<.001	-9,7867	-7,7933
Patron MS (-)	Patron Normal	6,32333*	,30284	<.001	5,3267	7,3200
	Patron MS (+)	-10,36333*	,30284	<.001	-11,3600	-9,3667
	Patron FA (-)	4,06000*	,30284	<.001	3,0633	5,0567
	Patron FA (+)	-2,46667*	,30284	<.001	-3,4633	-1,4700
Patron MS (+)	Patron Normal	16,68667*	,30284	<.001	15,6900	17,6833
	Patron MS (-)	10,36333*	,30284	<.001	9,3667	11,3600
	Patron FA (-)	14,42333*	,30284	<.001	13,4267	15,4200
	Patron FA (+)	7,89667*	,30284	<.001	6,9000	8,8933
Patron FA (-)	Patron Normal	2,26333*	,30284	<.001	1,2667	3,2600
	Patron MS (-)	-4,06000*	,30284	<.001	-5,0567	-3,0633
	Patron MS (+)	-14,42333*	,30284	<.001	-15,4200	-13,4267
	Patron FA (+)	-6,52667*	,30284	<.001	-7,5233	-5,5300
Patron FA (+)	Patron Normal	8,79000*	,30284	<.001	7,7933	9,7867
	Patron MS (-)	2,46667*	,30284	<.001	1,4700	3,4633
	Patron MS (+)	-7,89667*	,30284	<.001	-8,8933	-6,9000
	Patron FA (-)	6,52667*	,30284	<.001	5,5300	7,5233

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

### Análisis de resultados:

Ya que en la prueba de ANOVA el nivel de significancia tiene un valor es 0,001, que es menor que 0,05, se descarta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis planteada por los investigadores con un nivel de significancia del 95%. Esto implica que la adición de fibras de acero y macrofibras sintéticas incrementa de manera significativa la resistencia a la flexión en la mezcla de concreto natural. Con respecto a la comparación observamos que la macrofibra sintética hace que el concreto tenga mayor resistencia a la flexión ya que el módulo de ruptura máximo alcanzado con la viga patron MS (+) fue de 76,84 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado. Con respecto al aditivo de la fibra de acero se logró alcanzar un módulo de ruptura máximo de 65,94 kg/cm<sup>2</sup> en el patron FA (+) a los 28 días de curado.

### 4.3.3. Análisis Económico

A continuación, se llevará a cabo un análisis económico para evaluar el incremento en el costo de producción debido a la incorporación de los aditivos en el hormigón. Este análisis se basa en la comparación del comportamiento de las fibras de acero y macrofibras sintéticas, utilizadas en proporciones de 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, y en proporciones de 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibras sintéticas.

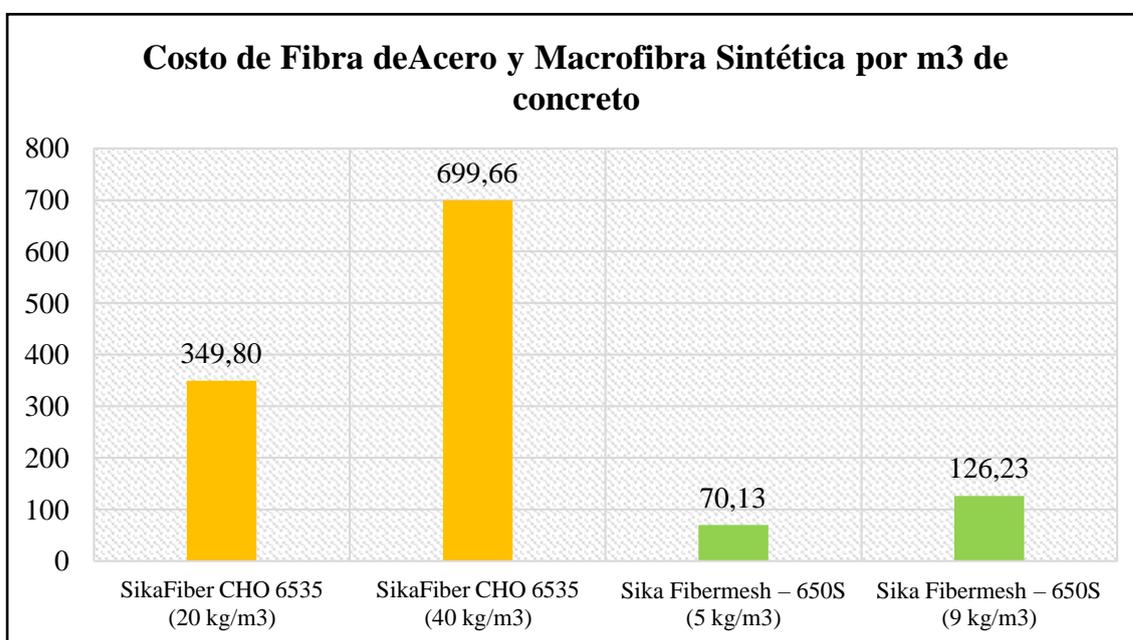
*Tabla 31 Comparación Económica*

Tipo de Aditivo	Marca	Dosis kg/m <sup>3</sup>	Precio Unitario S/. por kg	Costo Adicional por m <sup>3</sup> de Concreto	Resistencias Residuales
Fibra de Acero	SikaFiber CHO 6535	20	17,490	349,800	Similares
Fibra de Acero	SikaFiber CHO 6535	40	17,490	699,660	
Macrofibra Sintética	Sika Fibermesh – 650S	5	14,025	70,125	
Macrofibra Sintética	Sika Fibermesh – 650S	9	14,025	126,225	

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla muestra que la macrofibra sintética Sika Fibermesh – 650S ofrece una mejor relación costo-beneficio en comparación con la fibra de acero SikaFiber CHO 6535. Esto se debe a que la macrofibra sintética Fibermesh – 650S proporciona un rendimiento similar en términos de resistencias residuales, pero a un costo significativamente menor, más de la mitad por cada metro cúbico de hormigón reforzado producido.

**Gráfico 12 Costo de Fibra de Acero y Macrofibra Sintética por m3 de Concreto**

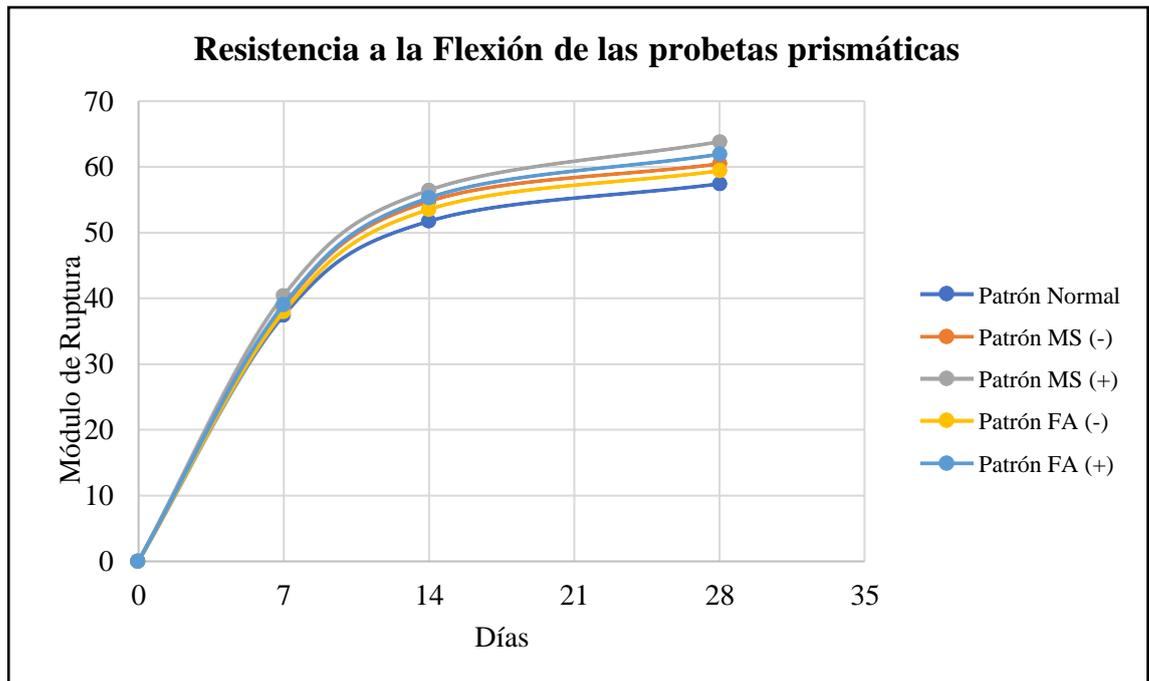


**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.4. Discusión de resultados

La imagen siguiente muestra la evolución en el tiempo del comportamiento de cada muestra estudiada, registrando los cambios a los 7, 14 y 28 días desde la rotura. En ella, se observan los especímenes que han sido diseñados con distintas proporciones de fibra de acero, añadidos de macrofibra sintética, y también el diseño natural, todos sometidos a cargas de flexión. A partir de esta observación, se generan las siguientes discusiones.

Gráfico 13 Gráfico de resistencia a la flexión de las probetas prismáticas



Fuente: Elaboración Propia.

- Con respecto a la **Hipótesis General**, es evidente que el concreto con una resistencia de  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , cuando se le añade fibras de acero y macrofibras sintéticas, muestran un incremento moderado en su resistencia a la flexión en comparación con el diseño natural. Esto concuerda con los hallazgos de (Espinoza Rosales & Arquíñigo Jaimes, 2022) en su estudio "Evaluación de la resistencia a la flexión para un pavimento rígido  $f'c = 280 \text{ k/cm}^2$ , con la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la ciudad de Huánuco – 2021 - Universidad Nacional Hermilio Valdizán", donde concluye que las fibras metálicas y macrofilamentos de polipropileno se ha demostrado como una alternativa eficaz que contribuye a la optimización y reducción del uso de recursos en la fabricación del concreto. Estos materiales, cuando se agregan al concreto, mejoran sus características mecánicas. Los resultados obtenidos en este estudio

respaldan la eficiencia de las fibras metálicas y las fibras gruesas de polipropileno, especialmente cuando se utilizan en las dosis adecuadas en la formulación de mezclas de concreto, para aumentar su resistencia a la flexión.

- Para la **Hipótesis Específica 1**, en el estudio realizado por (Vasquez Barrios & Zare Gavidia, 2022), con título “**Efecto de adicionar fibra de acero en resistencia a compresión, flexión, concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Cascas - Gran Chimú, 2022**”, utilizaron porcentajes de 1,5%, 3,5% y 5,5% de fibras de acero como reemplazo del agregado grueso. Después de los 28 días, las probetas de la muestra estándar mostraron una resistencia de 55,13 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al reemplazar el 1,5% de fibras de acero, la resistencia aumentó a 59,10 kg/cm<sup>2</sup>, con el 3% alcanzó 62,54 kg/cm<sup>2</sup> y con el 5,5% llegó a 65,30 kg/cm<sup>2</sup>. Estos ensayos contribuyeron a determinar las propiedades mecánicas de un concreto con una resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adiciones de 1,5%, 3,5% y 5,5% de fibras de acero en lugar del agregado grueso durante periodos de 7, 14 y 28 días. Esta conclusión tiene similitud con este proyecto ya que al aumentar 40 kg/m<sup>3</sup> (3,92%) de fibras de acero la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado llega a los 65,94 kg/cm<sup>2</sup> y al aumentar 20 kg/m<sup>3</sup> (1,96%) de fibras de acero la resistencia llega a 59,42 kg/cm<sup>2</sup>.
- Para la **Hipótesis Específica 2**, en el estudio realizado por (Asto Quispe & Quiroz Flores, 2021), con título “**Desempeño de la macrofibra sintética para mejorar las propiedades mecánicas del concreto**” el empleo de fibras de poliolefina en el concreto, con una dosificación óptima de 5,4 kg/m<sup>3</sup>, demostró resultados sobresalientes en términos de esfuerzos a la flexión. Se observó un aumento porcentual del 82% en comparación con el concreto

estándar, cuyo esfuerzo a la flexión era de 74 kg/cm<sup>2</sup>. En esta investigación al aumentar 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibras sintéticas la resistencia a la flexión del concreto  $f^c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> es de 73,84 kg/cm<sup>2</sup>, la cual no tiene similitud a los resultados de los tesis Asto Quispe & Quiroz Flores. Esto se debe a la influencia de los materiales, la cual deben ser de buena calidad y como también el tipo de macrofibra sintética que se usa.

- Con respecto a la **Hipótesis Específica 3**, en relación con la comparación, se analizó la investigación de (Evaristo Yrigoin, 2018), en su tesis titulada: **“Concreto reforzado con fibras metálicas y fibras sintéticas, utilizando agregados de la cantera de Andabamba – Huánuco”**, donde llegaron a las siguientes conclusiones: Los resultados fueron más favorables al reforzar el concreto con filamentos de acero durante 28 días, cuando se alcanzó una resistencia característica a la compresión de aproximadamente 271 kg/cm<sup>2</sup>; se observó un aumento en la resistencia a la flexión con el incremento de la fibra de acero. Se dedujo que la inclusión de filamentos de acero fue un factor significativo en el aumento de la resistencia a la flexión del concreto. Se puede notar que el autor de la tesis logra mejores resultados al agregar fibra de acero, lo que no es similar a nuestra investigación, donde encontramos que la mayor mejora se alcanzó al utilizar una proporción de 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibras sintéticas.

## CONCLUSIONES

- Las fibras de acero y las macrofibras sintéticas representan una alternativa eficaz para optimizar y reducir los recursos utilizados en la fabricación del concreto, mostrando un buen desempeño como componentes adicionales y mejorando las propiedades mecánicas del material. Este estudio ha arrojado resultados positivos que evidencian la eficacia de las fibras de acero y las macrofibras sintéticas cuando se utilizan en las proporciones adecuadas en el diseño de las mezclas de concreto, especialmente en lo que respecta a la resistencia a la flexión.
- La adición de 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibras sintéticas al concreto con una resistencia a la flexión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> aumenta su efectividad en un 20% más en términos de resistencia a la flexión. Se observa un aumento del 28,55% en comparación con el concreto sin fibra después de 28 días de curado.
- La inclusión de 40 k/m<sup>3</sup> de fibras de acero en el concreto con una resistencia a la flexión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> resulta en un aumento del 10% más en su efectividad en términos de resistencia a la flexión. Se observa un incremento del 14,80% en comparación con el concreto sin fibra después de 28 días de curado.
- La mejora en la resistencia a la flexión al agregar 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibra sintética en un diseño de concreto en comparación con el concreto natural es del 10,52%, y 28,55%, respectivamente, después de 28 días de curado. Y la mejora en la resistencia a la flexión al agregar 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero en el diseño de concreto en comparación del concreto natural es del 3,48% y 14,80% respectivamente, después de los 28 días de curado.
- El concreto con una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con fibras de acero tiene un costo superior al concreto con macrofibras sintéticas.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere incluir fibras de acero y macrofibras sintéticas al concreto con una resistencia de  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, ya que estos elementos demostraron ser más efectivos en aumentar la resistencia a la flexión en comparación con el enfoque convencional de diseño.
- Si se busca mejorar la eficacia en la resistencia a la flexión mediante la inclusión de macrofibras sintéticas, se aconseja agregar 9 kg/m<sup>3</sup> al diseño del concreto con una resistencia de  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, ya que esta cantidad muestra el mayor beneficio en comparación con el enfoque tradicional de diseño.
- Para mejorar la eficacia en la resistencia a la flexión mediante la adición de fibras de acero, se sugiere agregar 40 kg/m<sup>3</sup> al diseño del concreto con una resistencia de  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, ya que esta cantidad ofrece el mayor beneficio en comparación con el enfoque tradicional de diseño.
- Se sugiere emplear la inclusión de macrofibras sintéticas en cantidades entre 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup> en el diseño del concreto con una resistencia de  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> como una alternativa de diseño, ya que estos resultados muestran una mejora efectiva en la resistencia a la flexión en comparación con el concreto tradicional. Esto contribuye a mejorar las propiedades mecánicas del concreto y reduce los recursos necesarios para las construcciones.
- Se sugiere emplear la incorporación de fibras de acero en cantidades entre 20 kg y 40 kg en el diseño del concreto con una resistencia de  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> como una alternativa de diseño, ya que estos resultados muestran una mejora efectiva en la resistencia a la flexión en comparación con el concreto tradicional. Esto contribuye a mejorar las características mecánicas del concreto y reduce los recursos necesarios

para las construcciones.

- Si se considera la opción de incluir fibras de acero en un diseño de concreto con una resistencia de  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , es importante tener en cuenta que su costo es superior tanto al enfoque tradicional como al uso de macrofibra sintética.
- Se sugiere elegir la opción de incorporar macrofibras sintéticas en un diseño de concreto con una resistencia de  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , ya que su costo es más bajo que el de la fibra de acero, pero más alto que el del enfoque tradicional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asto Quispe, J. A., & Quiroz Flores, R. E. (2021). Desempeño de la macrofibra sintética para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Universidad Ricardo Palma—Escuela Profesional de Ingeniería Civil. *Lima - Perú*.
- Carrasco Díaz, S. (2008). Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación – Biblioteca. <https://fcctp.usmp.edu.pe/biblioteca/2023/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-pautas-metodologicas-para-disenar-y-elaborar-el-proyecto-de-investigacion/>.
- Córdova Pérez, C. C., Cuéllar Soto, L. A., & Guizado Barrios, M. S. (2012). Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras de acero Wirand producidas en Italia y las producidas en Perú. - Pontificia Universidad Católica del Perú. *Lima - Perú*.
- El boletín de los Constructores del Perú. (2011). Capacitación: Procedimiento para elaborar probetas de concreto, Aceros Arequipa. *Edición N° 17*.
- Espinoza Rosales, J. P., & Arquiniño Jaimes, A. J. (2022). Evaluación de la resistencia a la flexión para un pavimento rígido  $f^c = 280 \text{ k/cm}^2$ , con la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la ciudad de Huánuco – 2021—Universidad Nacional Hermilio Valdizán. *Huánuco - Perú*.
- Evaristo Yrigoin, P. A. (2018). Concreto reforzado con fibras metálicas y fibras sintéticas, utilizando agregados de la cantera de Andabamba—Huánuco. *Huánuco - Perú*.
- Giraldo Bolivar, O. (1987). Guía práctica para el diseño de mezclas de hormigón. *Medellin - Colombia*.

- Gonzalez B., J. (2011). Tipos y diseños de investigación en los trabajos de grado.
- González Díaz, F., Cano Licon, J., & Rocha Chiu, L. A. (2004). Programa para Diseño de Mezclas de Concreto Normal DM 1.0. *México D. F.*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2006). Metodología de la Investigación. *México.*
- Jara Chambergo, E. R., & Serrano Diaz, A. A. (2022). Análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, Trujillo 2021. - Universidad Privada del Norte. *Trujillo – Perú.*
- Josue Franco, & Cuyamaca College. (s. f.). Ética de la investigación en investigación cuantitativa. *California - Estados Unidos.*
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto* (Boletín de Ingeniería EB201-EE.UU.).
- Neira Perez, G. N. (2021). Evaluación del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el sostenimiento con shotcrete vía húmeda en la galería 651, NV. 100 Unidad Minera Raura—2018—Universidad Continental. *Huancayo - Perú.*
- NRMCA. (2017). CIP 16—Resistencia a flexión del concreto.
- NTP 339.035. (2009). NTP 339.035. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. *Lima - Perú.*
- NTP 339.184. (2002). NTP 339.184. HORMIGON (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). *Lima - Perú.*
- NTP 339.185. (2002). NTP 339.185 AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. *Lima - Perú.*
- NTP 400.010, V. G. (2016). AGREGADOS: Extracción y preparación de las muestras.

Lima - Perú.

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

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

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

Oseda Gago, D. (2018). Metodología, tratamiento estadístico y contrastación de hipótesis. - Universidad Peruana Los Andes. *Huancayo - Perú.*

Ramírez Tapia, F. X., & Samaniego Pactong, J. A. (2016). Estudio comparativo de los efectos sobre la resistencia a la flexión del hormigón reforzado con fibras (HRF) usando macro fibras de acero DRAMIX RC-6535-BN y de polipropileno/polietileno TUF-STRAND SF. - Escuela Politécnica Nacional. *Quito - Ecuador.*

Remicsa. (s. f.). *Macrofibra Sintética*. <https://remicsa.com/productos/macrofibra-sintetica/>.

Rodríguez Lozano, J. J., & Segura Vicent, E. (2013). Análisis comparativo del efecto de los distintos tipos de fibras en el comportamiento post fisura del hormigón reforzado con fibras. - Universidad Politécnica de Valencia y Escuela Técnica Superior Ingeniería de Edificación. *Valencia - España.*

Terradas Batlle, X. (1995). El tratamiento estadístico de los datos. *Barcelona - España.*

Vargas Ortiz, G. B., & Yataco Barreda, A. G. (2020). Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.- Universidad Ricardo Palma. *Lima - Perú.*

Vasquez Barrios, A. A., & Zare Gavidia, O. I. (2022). Efecto de adicionar fibra de acero en resistencia a compresión, flexión, concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Cascas—Gran Chimú, 2022. *Trujillo – Perú*.

Z Aditivos. (2019). Fibra Metálica Z Aditivos. *Lima - Perú*.

## **ANEXOS**

# INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



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



## CARACTERIZACION

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
**TESIS** : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** : 07/08/2023

### 1.0 DE LOS MATERIALES

#### 1.1 Cemento:

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

#### 1.2 Agregado Fino:

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

#### 1.3 Agregado Grueso:

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

#### 1.4 Docificación de mezcla de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

#### 1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

### NOTAS:

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

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



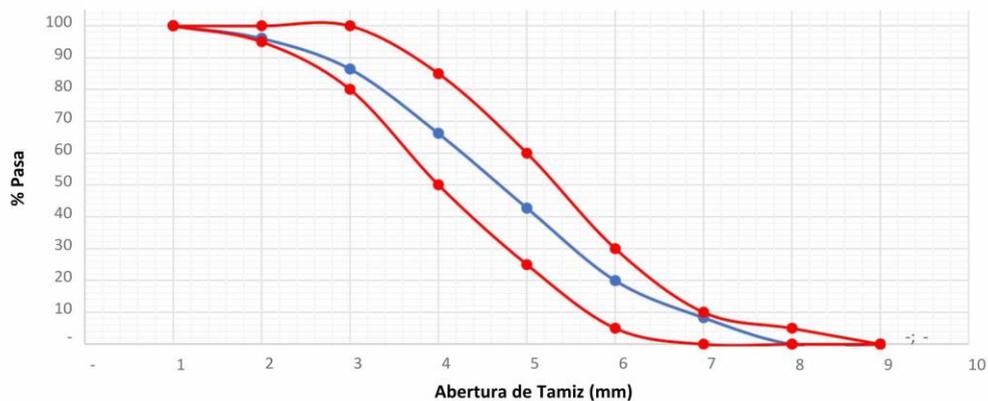
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 07/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500				100.00	100.00	100.00	
N° 4	4.750	39.00	3.95	3.95	96.05	95.00	100.00	
N° 8	2.360	95.00	9.63	13.58	86.42	80.00	100.00	
N° 16	1.180	200.00	20.27	33.85	66.15	50.00	85.00	
N° 30	0.600	231.00	23.41	57.26	42.74	25.00	60.00	
N° 50	0.300	224.80	22.78	80.04	19.96	5.00	30.00	
N° 100	0.150	115.00	11.65	91.69	8.31	-	10.00	
N° 200	0.075	82.00	8.31	100.00	-	-	5.00	
FONDO	-		-	100.00	-	-	-	
		986.800	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							1/2"	
MÓDULO DE FINURA:							2.80	

Curva Granulométrica de Agregado Fino



NOTAS:

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

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
: "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
TESIS  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 08/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	420.10	421.25	423.70	421.68
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,397.10	2,400.25	2,396.90	2,398.08
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,317.60	2,319.30	2,318.50	2,318.47
Peso muestra humeda	gr	1,977.00	1,979.00	1,973.20	1,976.40
Peso muestra seca	gr	1,897.50	1,898.05	1,894.80	1,896.78
Peso de agua	gr	79.50	80.95	78.40	79.62
Contenido de humedad	%	4.19%	4.26%	4.14%	4.20%

Observaciones:

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

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
: "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
TESIS  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 09/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	19.650	19.660	19.570	19.627
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	21.370	21.430	21.210	21.337
Peso del recipiente	kg	6.218	6.218	6.218	6.218
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.432	13.442	13.352	13.409
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.152	15.212	14.992	15.119
volumen del recipiente	kg	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,492	1,494	1,484	1,490
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1,684	1,690	1,666	1,680

Observaciones:

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

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 10/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	494.50	492.70	493.60	493.60
Peso del pignometro lleno de agua	gr	709.50	709.50	709.50	709.50
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,025.90	1,025.60	1,028.80	1,026.77
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.69	2.68	2.73	2.70
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.69	2.68	2.73	2.70
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.78	2.79	2.83	2.80
Absorcion	%	1.11%	1.48%	1.30%	1.30%

Observaciones:

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

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



#### CARACTERIZACION

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
**TESIS** : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** : 07/08/2023

#### 1.0 DE LOS MATERIALES

##### 1.1 Cemento:

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

##### 1.2 Agregado Fino:

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

##### 1.3 Agregado Grueso:

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

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

Se utilizo el metodo ACI.

##### 1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

#### NOTAS:

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

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



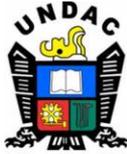
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



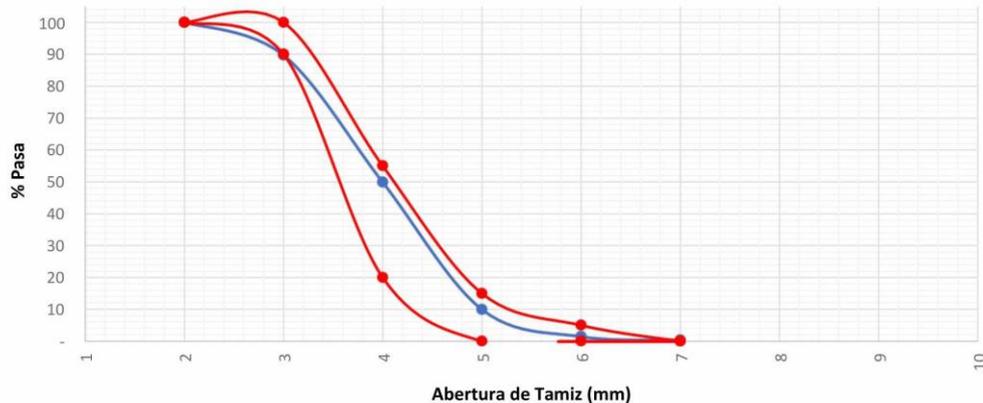
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 07/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
1 ½"	37.500							
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00	
¾"	19.000	512.0	10.3	10.3	89.7	90.00	100.00	
½"	12.500	1,981.4	39.8	50.1	49.9	20.00	55.00	
3/8"	9.500	1,985.3	39.9	90.0	10.0	-	15.00	
N° 4	4.750	425.0	8.5	98.6	1.4	-	5.00	
N° 8	2.360	51.7	1.0	99.6	0.4	-	-	
N° 16	1.180	10.0	0.2	99.8				
FONDO	-	10.0	0.2	100.0				
		4975.400	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							¾"	
MÓDULO DE FINURA:							6.99	

Curva Granulométrica de Agregado Grueso



NOTAS:

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

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 08/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	425.30	424.70	423.60	424.53
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	3,425.30	3,424.70	3,423.60	3,424.53
Peso del recipiente + muestra seca	gr	3,377.30	3,379.40	3,376.90	3,377.87
Peso muestra humeda	gr	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
Peso muestra seca	gr	2,952.00	2,954.70	2,953.30	2,953.33
Peso de agua	gr	48.00	45.30	46.70	46.67
Contenido de humedad	%	1.63%	1.53%	1.58%	1.58%

Observaciones:

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

NOTAS:

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

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
: "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
TESIS  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 09/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	28.810	28.450	28.910	28.723
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	29.850	30.280	30.150	30.093
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	7.018	7.018	7.018	7.018
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	7.018	7.018	7.018	7.018
Peso de muestra en estado suelto	kg	21.792	21.432	21.892	21.705
Peso de muestra en estado compactado	kg	22.832	23.262	23.132	23.075
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,557	1,531	1,564	1,550
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1,631	1,662	1,652	1,648

Observaciones:

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

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
: "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
TESIS  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 10/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	3,632.500	3,688.650	3,640.410	3,653.853
Peso de la muestra SSS	gr	3,706.600	3,759.200	3,709.400	3,725.067
Peso del recipiente lleno de muestra y agua	gr	2,155.900	2,212.400	2,207.100	2,191.800
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.34	2.38	2.42	2.38
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.39	2.43	2.47	2.43
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.46	2.50	2.54	2.50
Absorcion	%	2.04%	1.91%	1.90%	1.95%

Observaciones:

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

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
: "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el  
concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/08/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1490 Kg/m <sup>3</sup>	1550 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1680 Kg/m <sup>3</sup>	1648 Kg/m <sup>3</sup>
P. Especifico Masa Seca	2.82 gr/cm <sup>3</sup>	2.5 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	4.2 %	1.58 %
% de Absorción	1.3 %	1.95 %
Modulo de Fineza	2.80	6.99
Tamaño Maximo Nominal	1/2 "	3/4 "

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

4.1. Contenido total de aire:

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

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:

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

4.3. Peso especifico del cemento:

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

4.4.  $f'cr$ :

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

4.5. Relacion agua cemento:

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

4.6. Factor cemento:

439.914 kg/m<sup>3</sup> = 10.35 bolsas/m<sup>3</sup>

4.7. Cantidad de agregado grueso:

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

$f'cr = \text{Resist. Prom.}$	
$f'c$	$f'cr$
< 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 98$

5. RESULTADOS:

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m <sup>3</sup> )	P. SECOS AGREG. (kg/m <sup>3</sup> )	CORRECC. HUMEDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.141	439.914	439.914	1.000	10.351	1.00
A. FINO	0.252	710.358	740.193	1.683	16.834	1.63
A. GRUESO	0.402	1005.250	1021.133	2.321	22.900	2.21
AGUA (L/m <sup>3</sup> )	0.205	205.000	188.119	188.119	188.119	18.17 L/bolsa
AIRE	0					

NOTAS:

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





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



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 14/08/2023

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

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON		VOLUM. PARA 0.02 m <sup>3</sup>	VOLUM. PARA 1 m <sup>3</sup>
CEMENTO	439.914	kg	8.80	kg	0.0088	0.4399
A. FINO	740.193	kg	14.80	kg	0.0148	0.7402
A. GRUESO	1021.133	kg	20.42	kg	0.0204	1.0211
AGUA (L/m <sup>3</sup> )	188.119	kg	3.76	kg	0.0038	0.1881
AIRE	0	kg	0.00	kg	0.0000	0.0000

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	( - )	PROM.	( + )
FIBRAS DE ACERO	KG/M3	20	...	40
MACROFIBRA SINTETICA	KG/M3	5	...	9

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON NORMAL	---	kg	...	...	...
	---	kg	...	...	...
PATRON FA ( - )	FIBRAS DE ACERO	kg	0.400	0.400	0.400
	---	kg	...	...	...
PATRON FA ( + )	FIBRAS DE ACERO	kg	0.800	0.800	0.800
	---	kg	...	...	...
PATRON MS ( - )	MACROFIBRA SINTETICA	kg	0.100	0.100	0.100
	---	kg	...	...	...
PATRON MS ( + )	MACROFIBRA SINTETICA	kg	0.180	0.180	0.180
	---	kg	...	...	...

NOTAS:

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

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



**RESULTADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA**

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/08/2023

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON NORMAL**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	439.914 kg	8.80 kg	0.0088
A. FINO	740.193 kg	14.80 kg	0.0148
A. GRUESO	1021.133 kg	20.42 kg	0.0204
AGUA (L/m3)	188.119 kg	3.76 kg	0.0038

FIBRAS DE ACERO	...
...	...

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON FA (-)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	439.914 kg	8.80 kg	0.0088
A. FINO	740.193 kg	14.80 kg	0.0148
A. GRUESO	1001.133 kg	20.02 kg	0.0200
AGUA (L/m3)	188.119 kg	3.76 kg	0.0038

FIBRAS DE ACERO	...
0.4000	...

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON FA (+)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	439.914 kg	8.80 kg	0.0088
A. FINO	740.193 kg	14.80 kg	0.0148
A. GRUESO	981.133 kg	19.62 kg	0.0196
AGUA (L/m3)	188.119 kg	3.76 kg	0.0038

FIBRAS DE ACERO	...
0.8000	...

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON MS (-)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	439.914 kg	8.80 kg	0.0088
A. FINO	740.193 kg	14.80 kg	0.0148
A. GRUESO	1016.133 kg	20.32 kg	0.0203
AGUA (L/m3)	188.119 kg	3.76 kg	0.0038

MACROFIBRA SINTETICA	...
0.1000	...

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON MS (+)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	439.914 kg	8.80 kg	0.0088
A. FINO	740.193 kg	14.80 kg	0.0148
A. GRUESO	1012.133 kg	20.24 kg	0.0202
AGUA (L/m3)	188.119 kg	3.76 kg	0.0038

MACROFIBRA SINTETICA	...
0.1800	...

**NOTAS:**

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





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



TEMPERATURA DE CONCRETO  
NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/08/2023

1. MUESTRA - PATRON NORMAL

LECTURA N° 01	14,5 °C
LECTURA N° 02	15,3 °C
LECTURA N° 03	14,2 °C

2. MUESTRA - PATRON FA (-)

LECTURA N° 01	14,8 °C
LECTURA N° 02	13,9 °C
LECTURA N° 03	15,1 °C

3. MUESTRA - PATRON FA (+)

LECTURA N° 01	14,2 °C
LECTURA N° 02	13,7 °C
LECTURA N° 03	13,8 °C

4. MUESTRA - PATRON MS (-)

LECTURA N° 01	14,9 °C
LECTURA N° 02	15,2 °C
LECTURA N° 03	15,5 °C

5. MUESTRA - PATRON MS (+)

LECTURA N° 01	15,9 °C
LECTURA N° 02	15,4 °C
LECTURA N° 03	15,2 °C

NOTAS:

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



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



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

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN  
TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 14/08/2023

1. MUESTRA - PATRON NORMAL

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON NORMAL	8.890	3.5	13.9 °C	76%

2. MUESTRA - PATRON FA (-)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON FA (-)	9.906	3.9	14.1 °C	76%

3. MUESTRA - PATRON FA (+)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON FA (+)	9.398	3.7	14.3 °C	76%

4. MUESTRA - PATRON MS (-)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON MS (-)	9.652	3.8	14.4 °C	76%

5. MUESTRA - PATRON MS (+)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON MS (+)	10.160	4.0	14.1 °C	76%

NOTAS:

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

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 28/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RHG-04	PATRON NORMAL	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	30.45	3104.99	280	265	50.60
RHG-05	PATRON NORMAL	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	31.18	3179.42	280	269	51.81
RHG-06	PATRON NORMAL	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	31.80	3242.65	280	268	52.84

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA :11/09/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RHG-07	PATRON NORMAL	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	34.53	3521.02	280	261	57.38
RHG-08	PATRON NORMAL	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	34.38	3505.73	280	272	57.13
RHG-09	PATRON NORMAL	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	34.27	3494.51	280	266	56.95

OBSERVACIONES:

PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
RHG-07	28500.00	2.30	2303.03
RHG-08	29200.00	2.36	2359.60
RHG-09	28900.00	2.34	2335.35
PROM	28866.67	2.33	2332.66

NOTAS:

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

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 21/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH1-01	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.51	2397.31	280	260	39.07
RH1-02	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.23	2368.76	280	264	38.60
RH1-03	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.39	2385.08	280	268	38.87

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 28/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH1-04	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	32.82	3346.66	280	259	54.54
RH1-05	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	33.12	3377.25	280	267	55.04
RH1-06	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	32.93	3357.87	280	262	54.72

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 11/09/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH1-07	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	38.18	3893.21	280	276	63.44
RH1-08	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	38.46	3921.77	280	269	63.91
RH1-09	MUESTRA - PATRON MS (-)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	37.96	3870.78	280	273	63.08

OBSERVACIONES:

CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
RH1-07	30200.00	2.44	2.44	2440.40
RH1-08	29500.00	2.38	2.38	2383.84
RH1-09	29900.00	2.42	2.42	2416.16
PROM	29866.67	2.41	2.41	2413.47

NOTAS:

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

**UNDAC**  
La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 21/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH2-01	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	24.34	2481.95	280	260	40.45
RH2-02	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	24.03	2450.34	280	258	39.93
RH2-03	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	24.65	2513.56	280	266	40.96

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 28/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH2-04	MUESTRA - PATRON MS ( + )	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	33.74	3440.47	280	268	56.07
RH2-05	MUESTRA - PATRON MS ( + )	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	34.24	3491.45	280	275	56.90
RH2-06	MUESTRA - PATRON MS ( + )	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	33.96	3462.90	280	271	56.43

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 11/09/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH2-07	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	44.22	4509.11	280	262	73.48
RH2-08	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	44.46	4533.59	280	265	73.88
RH2-09	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	44.63	4550.92	280	262	74.16

OBSERVACIONES:

CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
RH2-07	30800.00	2.49	2.49	2488.89
RH2-08	31200.00	2.52	2.52	2521.21
RH2-09	30600.00	2.47	2.47	2472.73
PROM	30866.67	2.49	2.49	2494.28

NOTAS:

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

**UNDAC**  
La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 11/09/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH2-07	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	44.22	4509.11	280	262	73.48
RH2-08	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	44.46	4533.59	280	265	73.88
RH2-09	MUESTRA - PATRON MS (+)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	44.63	4550.92	280	262	74.16

OBSERVACIONES:

CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	
RH2-07	30800.00	2.49	2488.89	
RH2-08	31200.00	2.52	2521.21	
RH2-09	30600.00	2.47	2472.73	
PROM	30866.67	2.49	2494.28	

NOTAS:

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

**UNDAC**  
La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 21/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH3-01	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	22.85	2330.01	280	265	37.97
RH3-02	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.02	2347.35	280	274	38.25
RH3-03	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	22.69	2313.70	280	268	37.70

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 28/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH3-04	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	32.22	3285.47	280	265	53.54
RH3-05	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	31.90	3252.84	280	262	53.01
RH3-06	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	32.55	3319.12	280	268	54.09

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 11/09/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH3-07	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	35.79	3649.51	280	265	59.47
RH3-08	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	36.06	3677.04	280	275	59.92
RH3-09	MUESTRA - PATRON FA (-)	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	35.42	3611.78	280	278	58.86

OBSERVACIONES:

CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	
RH3-07	29500.00	2.38	2383.84	
RH3-08	29050.00	2.35	2347.47	
RH3-09	29320.00	2.37	2369.29	
PROM	29290.00	2.37	2366.87	

NOTAS:

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

**UNDAC**  
La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 21/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH4-01	MUESTRA - PATRON FA (+)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.50	2396.30	280	260	39.05
RH4-02	MUESTRA - PATRON FA (+)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.30	2375.90	280	263	38.72
RH4-03	MUESTRA - PATRON FA (+)	14/08/2023	21/08/2023	7	550	150	150	23.74	2420.77	280	265	39.45

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 28/08/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH4-04	MUESTRA - PATRON FA (+)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	33.29	3394.58	280	262	55.32
RH4-05	MUESTRA - PATRON FA (+)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	33.52	3418.03	280	261	55.70
RH4-06	MUESTRA - PATRON FA (+)	14/08/2023	28/08/2023	14	550	150	150	33.06	3371.13	280	267	54.94

OBSERVACIONES:

NOTAS:

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

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



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



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. Joseph Benjamin ROMERO HUAMAN

TESIS : "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 11/09/2023

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
RH4-07	MUESTRA - PATRON FA ( + )	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	39.52	4029.85	280	260	65.67
RH4-08	MUESTRA - PATRON FA ( + )	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	39.83	4061.47	280	263	66.19
RH4-09	MUESTRA - PATRON FA ( + )	14/08/2023	11/09/2023	28	550	150	150	39.70	4048.21	280	265	65.97

OBSERVACIONES:

CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
RH4-07	30050.00	2.43	2.43	2428.28
RH4-08	31320.00	2.53	2.53	2530.91
RH4-09	30120.00	2.43	2.43	2433.94
PROM	30496.67	2.46	2.46	2464.38

NOTAS:

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

**UNDAC**  
La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** “Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Pasco 2023”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo influye la fibra de acero y las macrofibras sintéticas en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023?</p> <p><b>Problema Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ¿Cuál es la resistencia a flexión utilizando fibras de acero en el concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023?</li> <li>✓ ¿Cuál es la resistencia a flexión utilizando macrofibras sintéticas en el concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023?</li> <li>✓ ¿Cuál es la dosificación óptima de las fibras de acero y macrofibras sintéticas para la fabricación del concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math></li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Comparar la resistencia a la flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analizar la resistencia a flexión utilizando fibras de acero en el concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023.</li> <li>✓ Analizar la resistencia a flexión utilizando macrofibras sintéticas en el concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023.</li> <li>✓ Determinar la dosificación óptima de las fibras de acero y macrofibras sintéticas para la fabricación del concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p><i>Hipótesis Nula (H0):</i> "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto reforzado con macrofibras sintéticas, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><i>Hipótesis Alternativa (H1):</i> "Existe una diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto reforzado con macrofibras sintéticas, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p>	<p><b>Variables Independientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fibras de Acero</li> <li>✓ Macrofibras Sintéticas</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentajes de 20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero; 5 kg/m<sup>3</sup> y 9 kg/m<sup>3</sup> de macrofibras sintéticas.</li> <li>✓ Temperatura del concreto (°C)</li> <li>✓ Asentamiento del concreto (pulg.)</li> </ul> <p><b>Variables Dependientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia a la flexión del concreto.</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia a la flexión mayor a <math>f'c=280 \text{ kg/cm}^2</math> del concreto estructural (kg/cm<sup>2</sup>).</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>El tipo de investigación de este estudio es aplicativo porque tiene objetivos de aplicación directa e inmediata. Antes de desarrollar teorías, busque aplicaciones a la realidad indirecta. Esta investigación trata de saber cómo hacer y actuar, la investigación se centra en solucionar los problemas del uso de fibras.</p> <p><b>Métodos de Investigación:</b></p> <p>El método de investigación es científico porque la búsqueda sigue procedimientos prescritos para resolver el problema y obtener nueva información; También es científico porque se basa en la observación, recolección de datos, análisis de pruebas de laboratorio y síntesis del uso de fibras de acero y macrofibras sintéticas con el objetivo de lograr</p>

<p>en condiciones específicas de la región Pasco 2023?</p> <p>✓ ¿Cómo identificar el costo –beneficio de la utilización de las fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto <math>f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023?</p>	<p>específicas de la región Pasco 2023.</p> <p>✓ Identificar el costo – beneficio de la utilización de las fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto <math>f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023.</p>	<p><b>Hipótesis Específica 1:</b></p> <p><i>Hipótesis Nula (H0):</i> "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><i>Hipótesis Alternativa (H1):</i> "Existe una diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con fibras de acero y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Específica 2:</b></p> <p><i>Hipótesis Nula (H0):</i> "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con macrofibras sintéticas y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia</p>		<p>estándares de calidad en seguridad para la región de Pasco.</p> <p><b>Diseños de Investigación:</b></p> <p>La investigación es experimental en el sentido de que se manipulan intencionalmente las variables independientes (diseño de concreto sin filamento de fibra de acero y sin filamento de macrofibra sintética y el diseño de concreto con fibra de acero y macrofibras sintéticas) y se analizan los efectos de la variable dependiente. (resistencia a la flexión) probeta de concreto prismático <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> durante la fabricación, continuamos interpretando y evaluando los resultados obtenidos con base en los puntos de prueba utilizados para verificar y evaluar la hipótesis propuesta.</p> <p><b>Población y Muestra:</b></p> <p><i>Población:</i></p> <p>La población consiste en muestras específicas de concreto que cumplen con los</p>
---	---	--	--	---

		<p>característica del concreto de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Alternativa (H1):</b> "Existe una diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre el concreto reforzado con macrofibras sintéticas y el concreto convencional, cuando se utiliza una resistencia característica del concreto de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Específica 3:</b></p> <p><b>Hipótesis Nula (H0):</b> "No hay diferencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> al variar la dosificación de fibras de acero y macrofibras sintéticas en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Alternativa (H1):</b> "Existe una dosificación óptima de fibras de acero y macrofibras sintéticas que maximiza la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en</p>		<p>criterios de la investigación. Se selecciono muestras de concreto con una resistencia característica de <math>280 \text{ kg/cm}^2</math> y que han sido reforzadas con fibras de acero y macrofibras sintéticas en la región de Pasco. Es importante definir claramente la población para que los resultados y conclusiones del estudio puedan aplicarse de manera precisa al conjunto de casos que se están considerando.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>En el contexto de la tesis "Comparación de la resistencia a flexión utilizando fibras de acero y macrofibras sintéticas en el concreto <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Pasco 2023", la muestra está compuesta por las muestras individuales de concreto que se sometieron a pruebas y análisis. Las muestras se someterán a condiciones de ensayo específicas para evaluar la resistencia a flexión. Esto incluye la aplicación de carga en un entorno de laboratorio controlado. Estas muestras seleccionadas podrán cumplir</p>
--	--	---	--	---

		<p>condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Específica 4:</b></p> <p><b>Hipótesis Nula (H0):</b> "No hay diferencia significativa en el costo-beneficio entre la utilización de fibras de acero y macrofibras sintéticas en la fabricación de concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p> <p><b>Hipótesis Alternativa (H1):</b> "Existe una diferencia significativa en el costo-beneficio entre la utilización de fibras de acero y macrofibras sintéticas en la fabricación de concreto <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> en condiciones específicas de la región Pasco 2023."</p>		<p>con ciertos criterios adicionales, como condiciones de curado específicas, edad del concreto, o cualquier otra característica relevante para los objetivos del estudio</p>
--	--	---	--	---

## PANEL FOTOGRAFICO



**Fotografía N°01.-** Se aprecia las características de las fibras de acero



**Fotografía N°02.-** Se aprecia las características macrofibras sintéticas



**Fotografía N°03.-** Se aprecia el proceso de separación de las fibras de acero y macrofibras sintéticas para el pesado respectivo.



**Fotografía N°04.-** Resultado de la separación de las fibras de acero.



**Fotografía N°05.-** Resultado de la separación de las macrofibras sintéticas.



**Fotografía N°06.-** Se observa la preparación de los diferentes componentes para el mezclado del concreto respectivo.



**Fotografía N°07.-** Se observa la medición en peso de las fibras de acero.



**Fotografía N°08.-** Se observa la medición en peso de las macrofibras sintéticas.



**Fotografía N°09.-** Se observa la medición en peso del cemento.



**Fotografía N°10.-** Se observa la medición en peso del agregado fino.



**Fotografía N°11.-** Se observa la medición en peso del agregado grueso.



**Fotografía N°12.-** Se observa la medición en peso del agua.



**Fotografía N°13.-** Se realiza la preparación del molde de la viga (0.55x0.15) donde se colocara la mezcla del concreto.



**Fotografía N°14.-** El colocado de un petróleo es importante para que cuando se realicé el desencofrado no se adhiera el concreto al molde.



**Fotografía N°15.-** Se aprecia el inicio del mezclado del concreto añadiendo inicialmente un 20% del volumen de agua.



**Fotografía N°16.-** Se aprecia el vertido del cemento en el trompo mezclador.



**Fotografía N°17.-** Se aprecia el vertido del agregado fino en el trompo mezclador.



**Fotografía N°18.-** Se aprecia el vertido del agregado grueso en el trompo mezclador



**Fotografía N°19.-** Se aprecia el vertido de las fibras de acero en el trompo mezclador.



**Fotografía N°20.-** Se aprecia el proceso de mezclado del concreto hasta que todos los componentes queden en un conglomerado homogéneo.



**Fotografía N°21.-** Se aprecia el control de la temperatura de la mezcla.



**Fotografía N°22.-** Se aprecia que la medición de temperatura es importante para el evitar el congelamiento del concreto o la evaporación del mismo.



**Fotografía N°23.-** Se aprecia el compactado con la varilla de acero para el control del asentamiento (slump) del concreto realizado en el cono de abrams.



**Fotografía N°24.-** Se aprecia que el proceso de compactación se realiza en 03 partes hasta completar el cono de abrams.



**Fotografía N°25.-** Se aprecia que con la ayuda de una persona se procede a realizar la medición del slump.



**Fotografía N°26.-** Se aprecia el llenado del concreto al molde de la viga así como de su compactado.



**Fotografía N°27.-** Se aprecia que con la ayuda de un mazo se realiza el golpeado exterior para que el concreto adquiera la forma del molde.



**Fotografía N°28.-** Se aprecia el nivelado de la mezcla del concreto con la ayuda de la varilla de acero.



**Fotografía N°29.-** Se aprecia el producto final del mezclado debidamente colocado en los moldes respectivos.



**Fotografía N°30.-** Se realiza la medición del ancho de la viga de concreto a ser ensayada.



**Fotografía N°31.-** Se realiza la medición del largo de la viga de concreto a ser ensayada.



**Fotografía N°32.-** Se procede a realizar el peso de la viga antes de ser ensayada.



**Fotografía N°33.-** Se realiza la medición del peso de la viga de concreto a ser ensayada.



**Fotografía N°34.-** Se realiza la prueba de la resistencia a flexión a la viga de concreto.



**Fotografía N°35.-** La prueba consiste en aplicar presión en el centro superior de la viga la cual se encuentra soportada en dos apoyos esquinales hasta llegar a la rotura.



**Fotografía N°36.-** Se aprecia que cada vez que se hace el movimiento en el brazo de palanca la maquina ejerce una presión que es registrada hasta el punto de rotura.



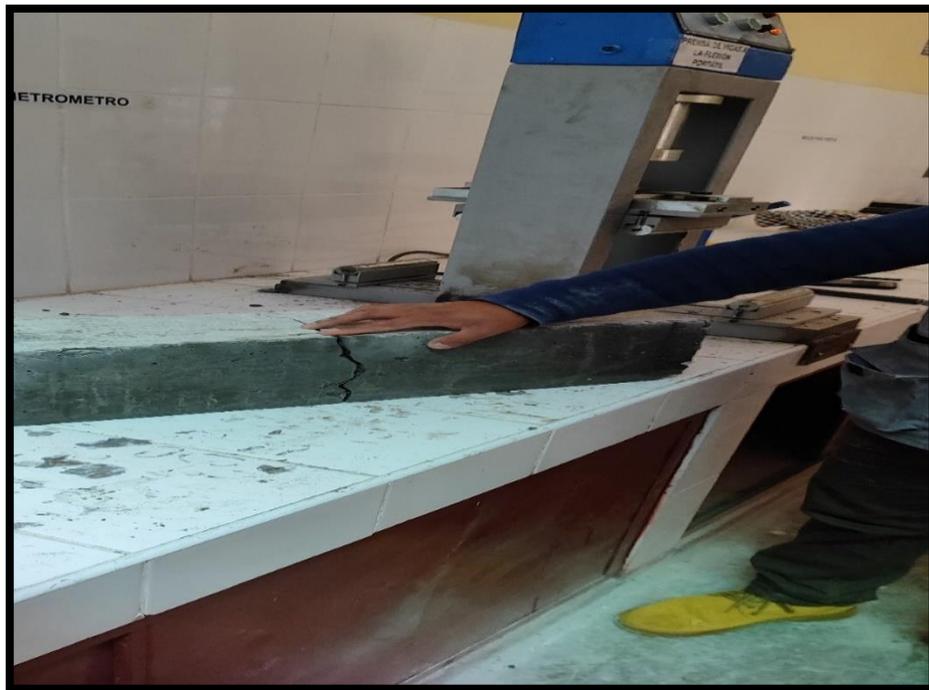
**Fotografía N°37.-** Se aprecia la falla de la viga en el centro de su longitud.



**Fotografía N°38.-** Se aprecia la rotura de la viga ensayada el cual contiene las macrofibras sintéticas.



**Fotografía N°39.-** Se aprecia la rotura total de la viga el cual contiene la cantidad mínima de las macrofibras sintéticas.



**Fotografía N°40.-** Se aprecia la falla en la viga el cual contiene la cantidad máxima de las fibras de acero.



**Fotografía N°41.-** Se aprecia la falla en la viga el cual contiene la cantidad mínima de las fibras de acero.



**Fotografía N°42.-** Se aprecia la falla en la viga el cual contiene la cantidad máxima de las macrofibras sintéticas.



**Fotografía N°43.-** Se aprecia la los ensayos realizados para el procesamiento de datos.