

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



**TESIS**

**Mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando  
incorporador de aire y microfibras para climas fríos, Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Brian Luis Angel HERRERA TRAVEZAÑO**

**Asesor:**

**Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO**

**Cerro de Pasco - Perú – 2024**

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



**TESIS**

**Mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando  
incorporador de aire y microfibras para climas fríos, Pasco 2023**

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

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**MIEMBRO**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**

**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 127-2023-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:**

**“Mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  
utilizando incorporador de aire y microfibras para climas fríos,  
pasco 2023”**

Apellidos y nombres de los tesisistas

Bach. HERRERA TRAVEZAÑO, Brian Luis Angel,

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Apellidos y nombres del Asesor

Dr. SURICHAQUI HIDALGO, Marco Antonio

Indice de Similitud

**25 %**

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 18 de setiembre del 2023

UNDA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requis Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento primeramente a Dios por que a lo largo de mi vida siempre me ayudo a cumplir mis metas, y esta es una de ellas. En especial a mi madre, por ser mi guerrera, luchadora, amiga, apoyo de toda mi vida, ser un ejemplo de que se puede lograr grandes cosas si te lo propones. A mis hermanos con mucho cariño, siempre seré para ellos una motivación para cumplir sus metas y seguir el camino a la excelencia personal y profesional. Asimismo, quiero agradecer al esposo de mi madre, por siempre haberme apoyado, y sentir el calor de un padre.

Finalmente, agradecer a mi novia quien me ha brinda siempre su apoyo incondicional, y este proyecto de investigación no ha sido la excepción.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente quiero expresar mi inmensa gratitud a Dios, que siempre está conmigo en mi sueños y metas. Sin él no soy nada.

Con mucho cariño agradecer a mi alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, la cual me permite realizar el proceso de titulación y así seguir llevando con orgullo el nombre de la UNDAC.

A mi Asesor por su por su valioso tiempo, paciencia, dedicación y esfuerzo compartiendo sus conocimientos y enseñanzas para lo cual fue fundamental para el éxito del presente trabajo de investigación.

Al laboratorio de la UNDAC y a los colaboradores de la misma por permitirme realizar los ensayos necesarios para alcanzar los objetivos de mi investigación, así mismo brindarme la información necesaria del proyecto.

A los profesores de la escuela profesional de Ingeniería Civil que me brindaron sus conocimientos y experiencias.

A mi madre y esposo, así como mis hermanos y novia los cuales han sido pilares fundamentales para alcanzar las metas que me he propuesto.

## RESUMEN

La presente investigación, titulado “Mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando incorporador de aire y microfibras para climas fríos, Pasco 2023”. Tuvo como objetivo principal analizar la influencia de los aditivos incorporador de aire y microfibras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para climas fríos, esta necesidad nace debido a las condiciones climáticas del departamento de Pasco y la escasa difusión de información que existe sobre los aditivos que permiten mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, para ello se realizaron búsquedas de tesis y artículos que nos brindaron información relacionada a nuestros indicadores.

Para ello, se procedió a realizar mezclas de concreto con microfibras de 20 y 30 milímetros de longitud, a su vez, dichas mezclas fueron dosificadas con 1.5, 3 Y 4 kg/m<sup>3</sup> y evaluadas respecto a contracción plástica, resistencia a compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión.

Luego de realizar los ensayos y pruebas se ha determinado que el concreto reforzado con microfibra de 30 mm en una dosificación patrón ( + ), obtuvo mayores valores de resistencia a la compresión con 259.70 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a la tracción indirecta 24.16 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a la flexión con 51.93 KN en comparación a la muestra patrón general que fue un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Al finalizar la experimentación, se concluyó que la microfibra en una dosificación ascendente aumenta sus propiedades mecánicas porque tuvo un mejor desenvolvimiento con respecto a las muestras con menor dosificación. Además, se observó una relación directa entre el aumento de las propiedades mecánicas y plásticas con la cantidad de dosificación incorporada al concreto.

**Palabras clave:** Propiedades físicas y mecánicas del concreto, incorporador de aire y microfibras, climas fríos.

## ABSTRACT

The present research, entitled "Improvement of the physical and mechanical properties of concrete using air-entraining admixtures and microfibers for cold climates, Pasco 2023". Its main objective was to analyze the influence of air incorporator and microfiber additives in the physical and mechanical properties of concrete for cold climates, this need arises due to the climatic conditions of the department of Pasco and the scarce dissemination of information that exists on the additives that allow improving the physical and mechanical properties of concrete, for this we searched for theses and articles that provided us with information related to our indicators.

For this, we proceeded to make concrete mixtures with microfibers of 20 and 30 millimeters in length, in turn, these mixtures were dosed with 1.5, 3 and 4 kg/m<sup>3</sup> and evaluated with respect to plastic shrinkage, compressive strength, indirect tensile strength and flexural strength.

After performing the tests and trials, it was determined that the concrete reinforced with 30 mm microfiber in a standard dosage ( + ), obtained higher values of compressive strength with 259.70 kg/cm<sup>2</sup>, indirect tensile strength 24.16 kg/cm<sup>2</sup> and flexural strength with 51.93 KN compared to the general standard sample which was a design of 210 kg/cm<sup>2</sup>.

At the end of the experimentation, it was concluded that the microfiber in an ascending dosage increases its mechanical properties because it had a better performance with respect to the samples with lower dosage. In addition, a direct relationship was observed between the increase in mechanical and plastic properties with the amount of dosage incorporated into the concrete.

**Key words:** Physical and mechanical properties of concrete, air and microfiber incorporator, cold climates.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación pretende hacer conocer la importancia del uso de aditivos y la influencia en mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, ya que podría ser de gran utilidad al momento de producir concreto en zonas que tengan la característica de climas de bajas temperaturas.

En el desarrollo de la presente tesis hemos encontrado que existen antecedentes de investigaciones de diferentes tipos de fibras añadidas al concreto, pero a nivel local es muy escasa la difusión de su uso.

El departamento de Pasco se encuentra a más 4380 m.s.n.m., donde se alcanzó a registrar temperaturas mínimas que van desde 12 °C a -0°C el en los meses de mayo a septiembre.

Este es un problema que debe ser tratado al momento la elaboración, vaciado y curado del concreto en las construcciones que se encuentren en estas condiciones climáticas, ya que al ser expuestas a bajas temperaturas se producirá ciclos de congelamiento y descongelamiento que ocasionen daños en la estructura interna que se verán reflejadas con la presencia de fisuras internas y poca durabilidad debido a la baja resistencia al desgaste superficial.

En consecuencia, afectará en la obtención del resultado final de resistencia a la compresión para la que fue diseñada.

Para el desarrollo de la presente se estructuró de acuerdo al esquema solicitado que consta de cuatro capítulos:

Capítulo I: Comprende la identificación y planteamiento del problema, donde se describe a detalle el problema, formulación de problema general y problemas específicos, objetivo general y objetivos específicos, así como justificación y limitaciones.

Capitulo II: Comprende del Marco Teórico, el cual contiene bases teóricas, antecedentes y definición de términos básicos. Además de hipótesis general, hipótesis específicas e identificación de variables.

Capítulo III: Comprende la “Metodología y técnicas de investigación” el cual contiene tipo de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, población y muestra y las técnicas e instrumentos para la experimentación y obtención de resultados.

Capítulo IV: Comprende los “Resultados y Discusiones” se analiza los resultados obtenidos de los ensayos realizados.

## **INDICE**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**INDICE**

**INDICE DE TABLAS**

**INDICE DE GRÁFICOS**

### **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. ....	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas Específicos .....	2
1.4. Formulación de objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general .....	2
1.4.2. Objetivos específicos .....	3

1.5. Justificación de la investigación. ....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas – científicas. ....	14
2.2.1. Resistencia a compresión del concreto.....	14
2.2.2. Diseño de mezcla del concreto.....	15
2.3. Definición de términos básicos. ....	15
2.3.1. Agregados .....	15
2.3.2. Cemento .....	16
2.3.3. Aditivos .....	16
2.3.4. Incorporación de aire.....	16
2.3.5. Microfibras .....	17
2.4. Formulación de hipótesis. ....	17
2.4.1. Hipótesis general .....	17
2.4.2. Hipótesis específicas .....	17
2.5. Identificación de las variables.....	18
2.5.1. Variables independientes .....	18
2.5.2. Variables dependientes.....	18
2.6. Definición operacional de variables e indicadores. ....	18

## **CAPITULO III**

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

3.1. Tipo de investigación.....	20
3.2. Nivel de investigación.....	20
3.3. Métodos de investigación.....	21
3.4. Diseño de investigación.....	21
3.5. Población y muestra.....	21
3.5.1. Población.....	21
3.5.2. Muestra.....	21
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	22
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	22
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	22
3.8. Tratamiento estadístico.....	22
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	23

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	24
4.1.1. Descripción del Proyecto.....	24
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	25

4.2.1.	Análisis granulométrico del agregado grueso y fino ASTM C136.....	25
4.2.2.	Análisis de las propiedades físicas de los agregados .....	27
4.2.3.	Caracterización para el diseño de mezcla método del ACI 211.....	28
4.2.4.	Temperatura del concreto NTP 339.184-2023.....	29
4.2.5.	Medición De Asentamiento Con Cono De Abrams NTP 339.035 .....	30
4.2.6.	Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto ASTM C-39 .....	31
4.2.7.	Resistencia a la tracción indirecta del concreto MTC E708/ASTM C49637	
4.2.8.	Resistencia a la flexión del concreto NTP 339.079-2001 .....	44
4.3.	Prueba de Hipótesis.....	46
4.3.1.	Prueba de hipótesis general .....	46
4.3.2.	Prueba de hipótesis específica 01 .....	50
4.3.3.	Prueba de hipótesis específica 02.....	51
4.3.4.	Prueba de hipótesis específica 03.....	53
4.4.	Discusión de resultados.....	54

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente</i> .....	18
<i>Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente</i> .....	19
<i>Tabla 3. Análisis Granulométrico del Agregado Fino</i> .....	25
<i>Tabla 4. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso</i> .....	26
<i>Tabla 5: Resumen de las propiedades físicas de los agregados</i> .....	27
<i>Tabla 6: Diseño de mezcla patrón general</i> .....	28
<i>Tabla 7: Dosificación de las microfibras</i> .....	29
<i>Tabla 8: Resultados de la dosificación de las microfibras</i> .....	29
<i>Tabla 9. Temperatura de concreto patrón general</i> .....	30
<i>Tabla 10. Temperatura de concreto patrón ( - )</i> .....	30
<i>Tabla 11. Temperatura de concreto patrón ( + )</i> .....	30
<i>Tabla 12. Temperatura de concreto patrón promedio</i> .....	30
<i>Tabla 13. Asentamiento (SLUMP) Patrón general</i> .....	30
<i>Tabla 14. Asentamiento (SLUMP) Patrón ( - )</i> .....	31
<i>Tabla 15. Asentamiento (SLUMP) Patrón ( + )</i> .....	31
<i>Tabla 16. Asentamiento (SLUMP) Patrón promedio</i> .....	31
<i>Tabla 17. Resistencia a compresión muestra patrón general</i> .....	31
<i>Tabla 18. Resistencia a compresión muestra patrón ( - )</i> .....	33
<i>Tabla 19. Resistencia a compresión muestra patrón ( + )</i> .....	34
<i>Tabla 20. Resistencia a compresión muestra patrón Promedio</i> .....	35
<i>Tabla 21. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón general</i> .....	38
<i>Tabla 22. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón ( - )</i> .....	39
<i>Tabla 23. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón ( + )</i> .....	40
<i>Tabla 24. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón promedio</i> .....	42

<i>Tabla 25. Resistencia a flexión muestra patrón general.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 26. Resistencia a flexión muestra patrón ( - ).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 27. Resistencia a flexión muestra patrón ( + ).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 28. Resistencia a flexión muestra patrón Promedio .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 29. Prueba de Normalidad .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 30. Correlación de Pearson de resistencia a la compresión .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 31. Correlación de Pearson de resistencia a la tracción.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 32. Correlación de Pearson de resistencia a la flexión.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 33. Descriptivos resistencia a la compresión.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 34. ANOVA de un factor – Tukey resistencia a la compresión.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 35. Descriptivos resistencia a la tracción indirecta.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 36. ANOVA de un factor – Tukey resistencia a la tracción indirecta.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 37. Descriptivos resistencia a la flexión .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 38. ANOVA de un factor – Tukey resistencia a la flexión .....</i>	<i>54</i>

## INDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Curva Granulométrica del Agregado Fino.....</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 2. Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 3. Resistencia a compresión muestra patrón general.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 4. Resistencia a compresión muestra patrón ( - ).....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 5. Resistencia a compresión muestra patrón ( + ).....</i>	<i>35</i>
<i>Gráfico 6. Resistencia a compresión muestra patrón promedio.....</i>	<i>36</i>
<i>Gráfico 7. Comparación de la resistencia a la compresión.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfico 8. Resistencia a tracción indirecta patrón general.....</i>	<i>38</i>
<i>Gráfico 9. Resistencia a tracción indirecta patrón ( - ).....</i>	<i>40</i>
<i>Gráfico 10. Resistencia a tracción indirecta patrón ( + ).....</i>	<i>41</i>
<i>Gráfico 11. Resistencia a tracción indirecta patrón promedio.....</i>	<i>42</i>
<i>Gráfico 12. Comparación de la resistencia a la tracción indirecta.....</i>	<i>43</i>

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

El Departamento de Pasco se encuentra situado a más de 4380 m.s.n.m., se caracteriza por tener un clima muy frío, pues las temperaturas varían y van desde un promedio anual máximo de 12°C durante el día y por las noches a menos 0 °C, en los lugares que presentan este tipo de climas y altitudes es recomendable hacer uso aditivos en el concreto, con la finalidad de mejorar la resistencia al concreto y a los daños ocasionados por la congelación y deshielo.

De acuerdo a las experiencias recogidas de los ingenieros especialistas, se tiene el conocimiento de que si no se tiene el cuidado antes, durante y después con el concreto éste presenta fisuras superficiales que afectan su durabilidad. Ello nos conlleva a realizar la presente investigación y experimentar el comportamiento y conocer las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando incorporador de aire y microfibras.

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

El objetivo del estudio fue conseguir un aditivo que pudiera mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en climas fríos del departamento de Pasco.

## **1.3. Formulación del problema.**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo influye los aditivos incorporador de aire y microfibras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para climas fríos, Pasco 2023?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo será la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023?
- ¿Cómo será la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023?
- ¿Cómo será la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023?

## **1.4. Formulación de objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de los aditivos incorporador de aire y microfibras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.
- Determinar la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023.
- Determinar la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

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

Diversas investigaciones han demostrado que la producción anual del concreto a nivel mundial se ha incrementado, ello conduce a la mejora u optimización de la tecnología en su elaboración. Por este motivo, diversos estudios sobre la incorporación de aire y microfibras se han centrado en mejorar el material y con ello el comportamiento del material en uso, lo que se refleja en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

La motivación para el desarrollo de esta investigación es que en la mayoría de los proyectos que hagan uso del concreto en nuestra Ciudad por las condiciones climáticas que van desde un promedio anual máximo de 12°C durante el día y por las noches a menos 0 °C el concreto presentan agrietamientos y fisuras en la estructura del concreto a tempranas edades lo que reduce su resistencia en su estado endurecido, por lo que la adición de aditivos en su elaboración mejora las

propiedades físicas y mecánicas del concreto tanto en estado fresco como en el endurecido.

(Probacons S.A., 2017), menciona que hoy en día, la incorporación del aire se ha recomendado para casi todos los concretos, principalmente para mejorar la resistencia a congelación-deshielo de concretos expuestos al agua y a los descongelantes. No obstante, la inclusión de aire presenta otros beneficios para el concreto fresco y el concreto endurecido.

Se afirma que el concreto con aire incluido se produce con el uso de un cemento con inclusor de aire o con la adición de aditivo incorporador de aire durante el mezclado. Lo que hace el aditivo inclusor de aire es estabilizar las burbujas formadas durante el proceso del mezclado, además realiza la incorporación de burbujas de varios tamaños con la disminución de la tensión superficial del agua de mezcla que impide la coalescencia de las burbujas y ancla estas en el cemento junto a las partículas de agregados.

En esta investigación desarrollaremos el análisis de los ensayos realizados con las diferentes dosificaciones, las mismas que nos permitirán comparar y conocer cuál es la mejor alternativa de dosificación que permita mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto a su vez que permita reducir los agrietamientos y fisuras presentadas a temprana edad y el incremento de su resistencia.

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

- **Limitaciones de estudio:** Las microfibras no son tan difundidas en nuestro medio, ha sido importante tener que buscar muchas investigaciones de estándares internacionales, expuestas a diferentes factores y características de fibras, para así poder llegar a mejores conclusiones.

- **Limitaciones de recursos:** La financiación se realizará con fondos propios, financiando pruebas y compra de materiales, así como obteniendo la microfibra.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio.

- (Villablanca, 2006), en su tesis para optar el título de ingeniero civil, determinó la influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón, llegando a las siguientes conclusiones:

Densidad

"El aditivo inclusor de aire reduce la densidad del hormigón elaborado con él".

"Las densidades mínimas obtenidas con la dosificación máxima son prácticamente las mismas para todos los hormigones estudiados." "Las densidades mínimas especificadas son ligeramente inferiores a la densidad mínima recomendada para el hormigón normal (2,55-2,35 kg/dm<sup>3</sup>)".

"El contenido de aire, que se estima en 10 litros para el hormigón estándar considerado en este estudio. Según la norma Nch170, aumenta en 24 litros con la dosis mínima de aditivo inclusor de aire, que es de 34 litros cuando se le añaden 10 litros. . litros de hormigón estándar." "Con la dosis máxima, aumento

el contenido de aire en 69 litros, que con 10 litros de hormigón patrón, obtenemos un total de 79 litros."

"En volumen, los hormigones estándar contienen un 1% de aire respecto a los hormigones elaborados con la dosificación mínima, donde el contenido total de aire es del 3,4%, y en la dosificación máxima, los hormigones alcanzan un contenido total de aire del 7,9%". De los resultados obtenidos se puede decir que el incremento en el contenido de aire provocado por el aditivo inclusor de aire es completamente similar en los hormigones incluidos en este estudio.

#### Docilidad

"Resultó que el aditivo inclusor de aire tiene un efecto significativo sobre la flexibilidad del hormigón." "La cohesión de todos los tipos de hormigón estudiados aumenta con una dosis más alta de aditivo con aire incorporado".

"El hormigón H-2 con la dosis más baja osciló entre 7 cm y 11 cm, un aumento de 4 cm, la dosis máxima de 7 a 16 cm, un aumento de 9 cm". "Para el hormigón H-30, el hundimiento del cono osciló entre 6 cm y 9 cm con una dosis mínima, aumentando en 3 cm, con una dosis máxima de 6 a 13 cm, aumentando en 7 cm". "Para el hormigón 7 H-3.6, el hundimiento del cono varió de 6 cm a 9 cm con un aumento de 3 cm con una dosis mínima, con una dosis máxima de 6 a 14 cm con un aumento de 8 cm". "Tanto en la dosis más baja como en la más alta y en todos los tipos de hormigón ensayados, el aumento de elasticidad es similar, con diferencias de sólo 1-2 cm."

"El aumento de la docilidad tanto para la dosis mínima como para la dosis máxima y para todos los tipos de hormigón estudiados son similares observándose diferencias de solo 1 a 2cm".

#### Resistencia a Compresión

“La resistencia a compresión disminuye fuertemente a medida que aumenta la dosis de aditivo incorporador de aire obteniéndose la resistencia más baja con la dosis máxima de aditivo utilizada, la que es recomendada por el fabricante”.

“La influencia en la pérdida de resistencia de las distintas dosis aplicadas es similar en todas las edades de ensayo consideradas en el estudio y para todos los tipos de hormigón analizados”. “Para todos los tipos de hormigón considerados en el estudio la pérdida de resistencia es más fuerte al aplicar la dosis mínima (1era dosis), disminuyendo en la aplicación de las dosis 2da, 3era y 4ta”. “La disminución promedio es de un 27% con la dosis mínima y de un 53% con la dosis máxima ambas recomendadas por el fabricante”.

- (Bernal Camacho & Chávez Pérez, 2018), en su tesis titulada “Estudio De Las Propiedades Mecánicas Y Durables De Concretos Fabricados Con Microsilice Y Expuestos A Climas Extremos A Edades Tempranas”, Cabe señalar que las propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón están estrechamente relacionadas con las condiciones ambientales a las que se expone inicialmente la estructura. En algunos proyectos resulta imposible aislar la estructura de los extremos climáticos, limitando sus propiedades, porque el proceso de hidratación de la matriz de cemento depende en gran medida de la cantidad de agua disponible y de la temperatura ambiente. En condiciones climáticas extremas, estos parámetros pueden cambiar, lo que puede afectar negativamente el desarrollo de rasgos y provocar la aparición de patologías. El presente estudio muestra los beneficios del uso de microsilice para sustituir parcialmente al cemento en la producción de hormigón expuesto a condiciones climáticas extremas. Para lo anterior se desarrollaron 3 mezclas de concreto, una referencia con 7% y 15% de adición de microsilice y dos más. De igual

manera se crearon 3 ambientes expositivos, en los cuales se colocó concreto desde temprana edad. El primero fue tratado como estándar (23°C H.R. 100%), los ambientes restantes corresponden a un clima cálido y seco (40°C y 40% H.R.) y un ambiente frío (1°C y 50% H.R.). Los resultados obtenidos muestran que las propiedades mecánicas y duraderas de las mezclas con compuestos de microsilice mejoran significativamente, se mejora la resistencia a la compresión y se reduce significativamente el coeficiente de migración de cloruro.

La influencia de los parámetros ambientales (temperatura y humedad relativa) en climas extremos, limitan el desarrollo de las propiedades mecánicas y durables de las mezclas de concreto. Los climas cálidos con altas temperaturas y baja humedades relativas reducen la cantidad de agua disponible necesaria para hidratar la matriz cementicio de las mezclas de concreto. En cambio, los climas con temperaturas bajas y humedades relativas bajas ralentizan los procesos de hidratación de las mezclas, lo que se traduce en concretos con una mayor cantidad de granos de cementos anhidros y adiciones minerales sin actividad puzolánica.

El uso de microsilice como sustituto parcial del cemento influye de manera positiva en concretos expuestos a edades tempranas en climas extremos. Los valores de resistencia a compresión del concreto C2 (7% de microsilice) mejoran frente al concreto de referencia C1. El uso de microsilice en porcentaje del 15% (mezcla C2) afecta el desarrollo mecánico debido a que se pierde el balance entre la cantidad de adición mineral y el hidróxido cálcico que genera la actividad puzolánica. En cuanto a los valores del coeficientes de migración se pudo observar para todas la condiciones de exposición una mejora

considerable de las propiedades en las mezclas con microsilice. Lo anterior, se puede atribuir al doble efecto que presenta esta adición, por una parte manifiesta buena actividad puzolánica a edades tempranas lo que aporta mayores cantidades de Gel C-S-H y por otra, el tamaño de grano ayuda a la obtención de redes porosas con un mayor refinamiento y mezclas más densas. Las propiedades mecánicas y durables no presentan una relación lineal en cuanto a sus valores y comportamiento presentado en los distintos ambientes de exposición. Lo anterior nos permite establecer que elevados valores de resistencia a compresión no garantizan óptimas propiedades durables.

En condiciones climáticas extremas, las propiedades mecánicas y de durabilidad de las mezclas de concreto se ven limitadas debido a la influencia de variables ambientales (temperatura y humedad relativa). Los climas cálidos con altas temperaturas y baja humedad relativa reducen la cantidad de agua necesaria para humedecer la matriz de cemento de una mezcla de concreto. Por otro lado, las condiciones climáticas de baja temperatura y baja humedad relativa ralentizan el proceso de hidratación del aditivo, dando como resultado concretos que contienen gránulos de cemento anhidro sin actividad puzolánica y alto contenido de aditivos minerales.

El uso de microsilice para sustituir parcialmente al cemento tiene un impacto positivo en el hormigón expuesto a climas extremos a temprana edad. Los valores de resistencia a la compresión del hormigón C2 (7% microsilice) se mejoran respecto al hormigón de referencia C1. El uso de microsilice al 15% (mezcla C2) afecta el desarrollo mecánico porque se pierde el equilibrio entre el mineral agregado y el hidróxido de calcio, que produce actividad puzolánica. En cuanto a los valores del coeficiente de transferencia, se puede observar que

las propiedades de la mezcla de microsílíce mejoran significativamente en todas las condiciones de exposición. Lo anterior se puede atribuir a los efectos duales de esta mezcla. Por un lado muestra buena actividad puzolánica a temprana edad, aportando mayor cantidad de gel C-S-H, y por otro lado, el tamaño de partícula ayuda a obtener una red porosa. . Con gran refinamiento y mezcla densa. Las propiedades mecánicas y de durabilidad no muestran una relación lineal en términos de valor y comportamiento en diferentes ambientes de exposición. De lo anterior se puede ver que los valores altos de resistencia a la compresión no garantizan propiedades de resistencia óptimas.

- (Tagle Arizaga & Zapana Matheus, 2017), en su tesis titulada “ Evaluación Del Deterioro Del Concreto Con Contenidos Variables De Aire Incorporado Y Fibras De Polipropileno Sometido A Congelamiento A Edades Tempranas”, mencionan que, El hormigón estándar congelado a 1 h perdió el 56,2% de su resistencia a la compresión debido a los huecos en la estructura debido a la congelación y posterior descongelación del agua de mezcla de baja resistencia. El concreto Patrón curado después de 12 y 24 horas mostró resistencias a la compresión similares a los 7, 14 y 28 días, con una disminución promedio en la resistencia a la compresión del 17% después de 28 días porque el concreto aún estaba inestable. Tenía suficiente resistencia para evitar la expansión debida a la formación de hielo debido a microfisuras que afectan la resistencia. Esta pérdida de resistencia es un 39,32% menor que la pérdida por congelación a 1 hora porque el hormigón solidifica antes de fraguar y tiene una determinada resistencia inicial, y también disminuye la cantidad de agua que se puede congelar. . Cuando el hormigón se somete a un ciclo de congelación a la edad de 28 días, mantiene la misma resistencia a la compresión que el hormigón no

congelado. El volumen de aire total que mostró el mejor rendimiento anticongelante a una edad temprana fue del 4,0%. Por lo tanto, se encontró que la resistencia a la compresión del concreto curado a 1 hora usando esta cantidad de aire aumentó en un 21,92%. El concreto endurecido en 12 horas fue de 3.30%, el concreto endurecido en 24 horas fue de 8.05%; En comparación con el hormigón sellado. Se ha demostrado que el hormigón añadido inicialmente con fibras de polipropileno tiene un efecto positivo sobre la congelación, siendo la cantidad óptima 0,75 kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, se encontró que la resistencia a la compresión del concreto curado durante 1 hora utilizando esta cantidad de fibras aumentó en un 18,63%. 11,12% para concreto endurecido en 12 horas, 18,54% para concreto endurecido en 24 horas; En comparación con el hormigón sin fibras. Las pruebas muestran que la combinación de fibras de aire y polipropileno ayuda a prevenir la pérdida temprana de resistencia a las heladas en un 4,0 % a 1,2 °F. Por lo que se determinó que esta capacidad era aplicable al concreto. Congelar 1 hora después del nacimiento, la resistencia aumenta un 32,95%; 13,19% para concreto endurecido en 12 horas, 18,92% para concreto endurecido en 24 horas; Comparado con el hormigón sin mezclar Se obtuvieron excelentes resultados de protección contra heladas incluso usando 5,5% y 4,0% del aire total en el concreto y se evitó la pérdida de resistencia debido a este fenómeno. Sin embargo, no hay un aumento significativo desde el 4,0%. Además, si se utiliza el 5,5% del aire total, se crean muchos huecos, lo que provoca una gran pérdida de resistencia inicial. Por tanto, se recomienda utilizar un 4,0% del aire total. La congelación temprana durante 1 h después de la colocación aumentó la permeabilidad de la muestra de concreto en un 22,67% en comparación con el concreto no congelado, como

lo demuestra la mayor profundidad de penetración del agua a presión en la muestra. Este aumento en la conductividad puede ser producto de cambios internos y daños microestructurales a la matriz de la pasta de cemento, incluidas las microfisuras inducidas por las heladas. Al comparar la infiltración de humedad y la presión en muestras congeladas durante 1 hora, se puede distinguir en todos los casos que la adición de aire y fibras de polipropileno aumenta o disminuye la permeabilidad del hormigón congelado. ; La mejor combinación es 5,5%A y 41,30% de reducción de conductividad, seguida de 40,22% 4,0%A 0,75F. Los resultados de las pruebas de durabilidad mostraron que el concreto sin mezclar sometido a ciclos de congelación y descongelación tuvo el mayor cambio dimensional. La adición de aire y fibras de polipropileno al concreto en varias combinaciones reduce estos cambios, dando un cambio de al menos 4.0% A. Esto indica que la adición de aire y fibras reduce la presión debido a la expansión de los poros del hielo durante la fase de congelación.

- Heredia Lobón, (2021), en su tesis titulada “Comportamiento físico- mecánico del concreto con adición microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores provincia y región Arequipa” menciona que, la acción mecánica del "polipropileno sintético" es una relación de 450-600 g / m<sup>3</sup> y un polipropileno sintético equilibrado y otro concreto equilibrado en la relación de polipropileno sintético. Para analizar el efecto de "fantasía flexible", se obtiene la siguiente información cuando se da un "modo de 28 días" cuando se tiene en cuenta la pantalla de concreto. Se agrega por microorganismos de polipropileno sintético con 300 g / m<sup>3</sup>, que es "2% a 2% de compradores de micropropileno sintético", 2%, microorganismos del polipropileno sintético "hasta 5%, 600 g / m excede el 11%. Alrededor de 1.200

"perfiles de poli" son aproximadamente 1,200 informes, aproximadamente 1,200 proporciones y "polipropiles" son aproximadamente 1.300 %g / m<sup>3</sup> excede el modelo real. La creación de microfibra de microfibra de la microfibra de "polipropileno" tiene un efecto positivo en su depósito. "Concreto" son muestras de "concreto" y parámetros de asma C-31 y parámetros de asma C-31 y 7 14 y 28 días "Concreto". Muestra el diseño de un suplemento eficiente y una microfibra sintética diseñada en la relación de 400 y 600 g / m<sup>3</sup> se agregó a las microfibras sintéticas del polipropileno en el interior. Están asociados con el modelo real que supera el 4% y el 4%, incluida la estructura de 600 y 1200 g / m<sup>3</sup>, y en 28 días, la "microfibra" de polipropileno sintético es una relación de 450 y 600 g / tiene un m<sup>3</sup> de concreto de concreto de concreto concreto de la siguiente manera. "Específicamente 450 y 600 g / m<sup>3</sup>. El propio modelo - ZIS y el otro 300 y 1,200 otras capacidades se reducen y el 16% del modelo real se reduce. Como resultado, se encontró que la adición de microfibras de polipropileno no tuvo un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión del concreto.

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

### **2.2.1. Resistencia a compresión del concreto**

(CIP-35, s. f.), Menciona que las mezclas de concreto (hormigón) pueden diseñarse para que tengan diferentes propiedades mecánicas y de resistencia que cumplan con los requisitos de diseño estructural. La resistencia a la compresión del hormigón es la medida de rendimiento más utilizada por los ingenieros en el diseño de edificios y otras estructuras.

La resistencia a la compresión se mide rompiendo muestras cilíndricas de concreto en una máquina de prueba de compresión. La resistencia a la compresión se calcula como la carga máxima dividida por el área de la sección transversal del rodamiento y se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi) en unidades estadounidenses actuales o megapascuales (MPa) en unidades Si.

Los requisitos de resistencia a la compresión van desde 2500 psi (17 MPa) para hormigón residencial hasta 4000 psi (28 MPa) y más para estructuras comerciales. Algunas aplicaciones especifican resistencias de hasta 10 000 psi (70 MPa) y superiores. Los resultados de la prueba de resistencia a la compresión se utilizan principalmente para determinar si la mezcla de concreto entregada cumple con los requisitos de resistencia  $f'_c$  especificados en la descripción del trabajo.

### **2.2.2. Diseño de mezcla del concreto**

Para la preparación del hormigón se deben utilizar materiales de buena calidad, partiendo de agua con el pH adecuado, áridos limpios, cemento con la proporción adecuada de materiales silíceo-aluminosos. Además, la relación de cada componente debe estar relacionada con las propiedades físicas y mecánicas a lograr, y la economía del diseño de la relación de mezcla también es un factor muy importante.

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

### **2.3.1. Agregados**

Estos materiales deben probarse y probarse para garantizar su calidad, estos materiales pueden ser minerales de sílice o calcita, y los tamaños deben clasificarse en la fábrica para cumplir con los requisitos de calidad.

### **2.3.2. Cemento**

Se trata de materiales que se obtienen quemando materiales de arcilla y calcita llamados clinker, que resisten la contracción cuando se muelen en un horno y se mezclan con yeso. También se pueden añadir puzolanas.

### **2.3.3. Aditivos**

Son compuestos con propiedades organizativas e inorgánicas que facilitan el ensamblaje o mezcla de áridos, cemento y agua, conocidos por su capacidad de cambiar la superficie específica de las partículas de la mezcla añadiendo diferentes tipos de iones según la aplicación.

### **2.3.4. Incorporación de aire**

El último de los métodos químicos (correcta aireación del hormigón) se basa principalmente en el uso de modernos aditivos químicos. Son productos que se añaden en pequeñas cantidades a las mezclas de hormigón. El principal grupo de ingredientes utilizados en su elaboración son los tensioactivos. Cuando se añaden tensioactivos adecuados a la mezcla de hormigón, se forman finas burbujas de aire permanentes. A medida que la mezcla fresca comienza a endurecerse, las burbujas que contiene se mineralizan y se convierten en parte integral de ella. De esta manera se crea espacio adicional en la estructura de hormigón, en el que el agua congelada se expande. Esto evita la acumulación de presión interna que provoca grietas a bajas temperaturas.

### **2.3.5. Microfibras**

Estas son fibras sintéticas de polipropileno que se mezclan con hormigón para convertirlo en un material duradero = hormigón reforzado con fibra CRF. Se utilizan en lugar del acero (redes o barras) como refuerzo de hormigón.

## **2.4. Formulación de hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Si determinamos la influencia del de los aditivos incorporador de aire y microfibras, lograremos mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en climas fríos, Pasco 2023.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.
- La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023.
- La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

## 2.5. Identificación de las variables.

### 2.5.1. Variables independientes

- Incorporador de aire
- Microfibras

### 2.5.2. Variables dependientes

- Mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

*Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Incorporador de aire y Microfibras</b>	Nos dice que es un estudio que se realiza con el objetivo de hacer una reforma sobre el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.	Las mezclas se deben adicionar con proporciones apropiadas.	<b>D1:</b> Dosificación de incorporador de aire y microfibras.	<b>I1:</b> porcentajes de Microfibras de 1.5 %, 3% y 4.5% y incorporador de Aire de 2.5%	Razón

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente**

<b>VAR IAB LE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTU AL</b>	<b>DEFINIC IÓN OPERAC IONAL</b>	<b>DIM ENSI ONE S</b>	<b>INDI CAD ORE S</b>	<b>ESCALA DE MEDICI ON</b>
<b>Mejo ra de las propi edad es física s y mecá nicas del conc reto.</b>	Actualmente, el hormigón se diseña para tener un alto nivel de trabajabilidad según especificaciones formales existentes, hasta que el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías permitan una mayor trabajabilidad, mejoras en las propiedades físicas y mecánicas, y otras propiedades especiales de la mezcla. el mundo de los aditivos	Se mide las propiedades físicas y mecánicas que deben cumplir los requisitos del reglamento nacional de edificaciones.	<b>D1:</b> Propiedades, física y mecánicas del concreto.	<b>I1:</b> Resistencia a la compresión <hr/> <b>I2:</b> Resistencia a la tracción indirecta <hr/> <b>I3:</b> Resistencia a la flexión	Razón

FUENTE: Elaboración Propia

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación.

La presente investigación tendrá un tipo de investigación APLICADA, y los trabajos de investigación se clasifican según su naturaleza.

- **Dependiendo del objetivo:** El tipo de investigación será experimental.
- **Según los datos manipulados en el experimento:** Tenemos métodos cuantitativos, queremos manipular datos numéricos.
- **Enfoque de investigación:** El estudio tiene un enfoque CUANTITATIVO, porque los datos a analizar son numérico y se comprobaba estadísticamente.

#### 3.2. Nivel de investigación.

el análisis de esta investigación tendrá como nivel explicativa, ya que llegaremos a una respuesta mediante ensayos de laboratorio y procesamiento de datos estadísticamente.

### **3.3. Métodos de investigación.**

La investigación tiene la metodología científica, por seguir un proceso sistemático.

### **3.4. Diseño de investigación.**

El término “experimental” se refiere a un diseño de investigación experimental en el que los sujetos o grupos de sujetos no se asignan al azar. Los diseños experimentales usados más comúnmente siguen la misma lógica que los ensayos aleatorizados e involucran comparaciones entre grupos de tratamiento y control, (Cuasi experimentos, s. f.)

### **3.5. Población y muestra.**

#### **3.5.1. Población**

La Población para la investigación consta de las evaluaciones de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando incorporador de aire y microfibras en la región de Pasco, asimismo, este son las 108 muestras para ser analizadas en laboratorio.

#### **3.5.2. Muestra**

Menciona que los conglomerados específicos y delimitados que dividen a una población se definen como un patrón. Simplemente, si cada objeto de prueba probado tuviera exactamente la misma singularidad. Teniendo en cuenta que se analizara las 36 probetas para compresión, 36 probetas para tracción indirecta y 36 vigas para flexión.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

Estos procedimientos se realizan de acuerdo con las especificaciones estandarizadas de ASTM y NTP. Los procedimientos son determinación de propiedades físicas de agregados, análisis granulométrico, medición de peso unitario.

Las mediciones de las propiedades mecánicas se realizarán de acuerdo con las normas ASTM y NTP.

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

Formatos diseñados para recopilar datos de una variedad de experimentos, desde los más simples hasta los más complejos, que requieren varios días. Así que tenemos reglas para la recopilación de datos.

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

Corresponde al procesamiento y análisis de datos con el programa de Excel después de tener los resultados de los ensayos de laboratorio al 100%, así mismo, clasificar, codificar, tabular, ordenar estadísticamente para su posterior análisis de contrastación de hipótesis mediante el análisis estadístico del SPSS.

### **3.8. Tratamiento estadístico.**

Se realizarán tratamientos estadísticos de acuerdo a los supuestos que queramos probar, se aplicará el supuesto estadístico prueba de normalidad y el procedimiento la correlación de Pearson. Para el procesamiento de datos se utilizará estadística descriptiva para describir cada variable. Luego se considerará la estadística inferencial, el primer paso es determinar si el conjunto de datos tiene

una distribución normal, determinar si podemos usar una prueba paramétrica o no paramétrica, y luego elegir una prueba estadística para probar la hipótesis. Todo esto mediante el programa estadístico del SPSS.

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

La investigación debe cumplir con los estándares éticos establecidos por la Oficina del vicepresidente de Investigación y las agencias responsables de la integridad de la investigación.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

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

Para la elaboración de los ensayos se llevó a cabo en el laboratorio para el diseño de mezcla, se realizó:

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

Los ensayos realizados a los agregados para esta tesis son los siguientes:

- Granulometría de agregado fino
- Granulometría de agregado grueso
- Módulo de Finura.
- Peso Específico.
- Porcentaje de Absorción.
- Peso Unitario.
- Peso Unitario Suelto.
- Peso Unitario Compactado.

- Contenido de Humedad

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

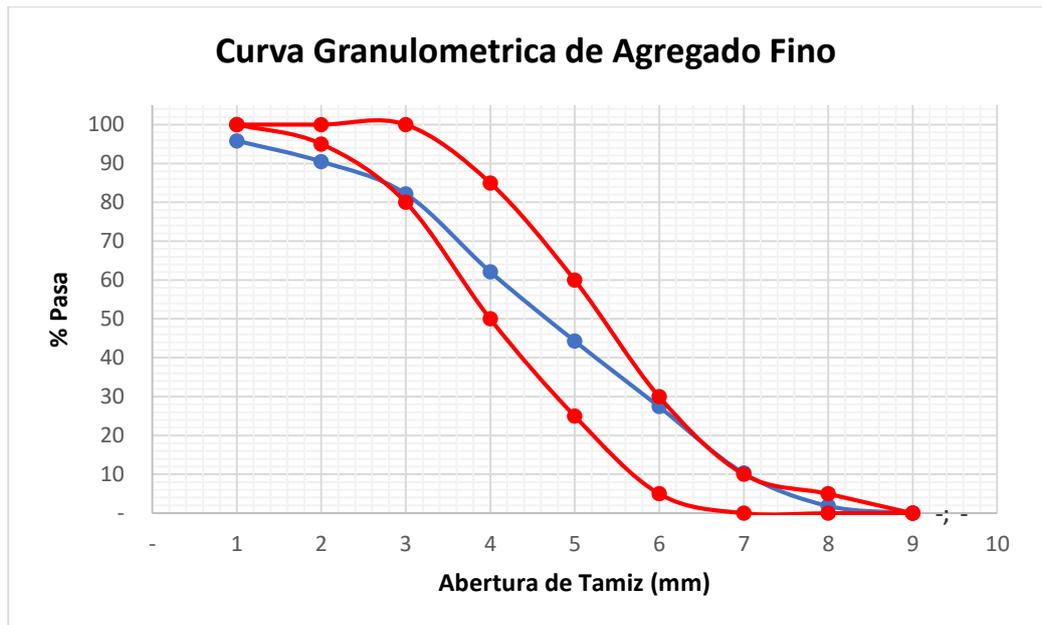
### 4.2.1. Análisis granulométrico del agregado grueso y fino ASTM C136

Por medio de este ensayo se determinó el tamaño de las partículas de la piedra chancada y del agregado fino contenidas en los tamices y la muestra que fue analizada es de la cantera Cochamarca ubicada en el departamento de Cerro de Pasco. Así mismo, podemos visualizar en la siguiente tabla los datos de los análisis realizados.

**Tabla 3. Análisis Granulométrico del Agregado Fino**

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	20.00	4.17	4.17	95.83	100.00	100.00	
N° 4	4.750	25.70	5.35	9.52	90.48	95.00	100.00	
N° 8	2.360	39.80	8.29	17.81	82.19	80.00	100.00	
N° 16	1.180	96.20	20.04	37.86	62.14	50.00	85.00	
N° 30	0.600	85.60	17.83	55.69	44.31	25.00	60.00	
N° 50	0.300	81.10	16.90	72.59	27.41	5.00	30.00	
N° 100	0.150	82.00	17.08	89.67	10.33	-	10.00	
N° 200	0.075	40.56	8.45	98.12	1.88	-	5.00	
FONDO	-	9.00	1.88	100.00	-	-	-	
		<b>479.960</b>	<b>100.000</b>					
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:</b>							3/8"	
<b>MODULO DE FINURA:</b>							2.87	

FUENTE: Elaboración Propia



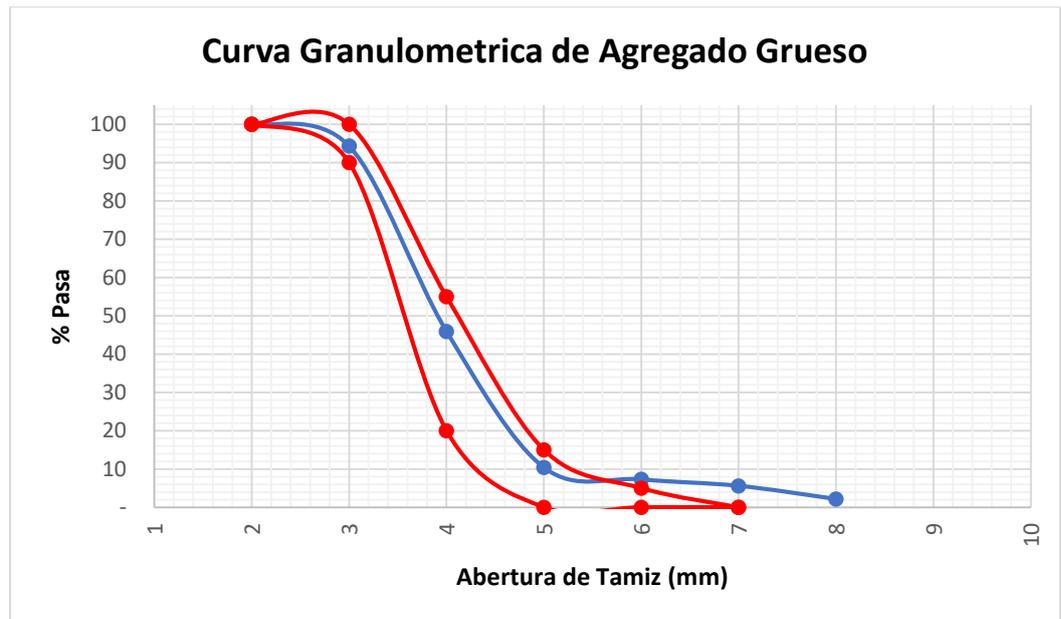
*Gráfico 1. Curva Granulométrica del Agregado Fino.*

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 4. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso**

Tami z Están dar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínim o	Máxim o	
<b>1 ½"</b>	<b>37.500</b>							
<b>1"</b>	<b>25.000</b>							
		-	-	-	100.0	100.00	100.00	
<b>¾"</b>	<b>19.000</b>	50.14	5.7	5.7	94.3	90.00	100.00	
<b>½"</b>	<b>12.500</b>	425.9	48.4	54.1	45.9	20.00	55.00	
<b>⅜"</b>	<b>9.500</b>	312.6	35.5	89.6	10.4	-	15.00	
<b>N° 4</b>	<b>4.750</b>	27.1	3.1	92.7	7.3	-	5.00	
<b>N° 8</b>	<b>2.360</b>	14.9	1.7	94.4	5.6	-	-	
<b>N° 16</b>	<b>1.180</b>	30.1	3.4	97.8	2.2			
<b>FON DO</b>	<b>-</b>	19.1	2.2	100.0	-			
		<b>879.850</b>	<b>100.000</b>					
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:</b>								1/2"
<b>MODULO DE FINURA:</b>								6.88

FUENTE: Elaboración Propia



**Gráfico 2. Curva Granulométrica del Agregado Grueso.**

FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.2.2. Análisis de las propiedades físicas de los agregados

Por medio de este ensayo se determinó las propiedades de los agregados como el contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado, peso específico de la masa seca y el porcentaje de absorción, y la muestra que fue analizada es de la cantera Cochamarca ubicada en el departamento de Cerro de Pasco. Así mismo, podemos visualizar en la siguiente tabla los datos de los análisis realizados.

**Tabla 5: Resumen de las propiedades físicas de los agregados**

DESCRIPCION	AGR. FINO		AGR. GRUESO	
<b>Peso Unitario Suelto</b>	1648	Kg/m <sup>3</sup>	1493	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1740	Kg/m <sup>3</sup>	1659	Kg/m <sup>3</sup>
<b>P. Especifico Masa Seca</b>	2.98	gr/cm <sup>3</sup>	2.85	gr/cm <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad</b>	4.1	%	2.93	%
<b>% de Absorción</b>	3.81	%	1.76	%
<b>Módulo de Fineza</b>	2.87		6.88	
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	3/8	"	1/2	"

FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.2.3. Caracterización para el diseño de mezcla método del ACI 211

##### 4.2.3.1. Selección de las características principales de los materiales

- Contenido total de aire: 2.5%
- Volumen de agua de mezclado : 193 l/m<sup>3</sup>
- Peso específico del cemento: 3.12 gr/cm<sup>3</sup>
- Resistencia promedio requerida (F'cr): 294 kg/cm<sup>2</sup>
- Relación agua cemento: 0.5
- Factor cemento: 412.041 kg/m<sup>3</sup>
- Cantidad de agregado grueso: 0.55 m<sup>3</sup>

##### 4.2.3.2. Resultados de diseño de mezcla Patrón general

Se determina un Asentamiento entre un diseño de mezcla de concreto estándar sin microfibras y un diseño de mezcla de concreto con microfibras, con un valor entre 3" y 4", por lo tanto el incorporador de aire se mantendrá constante de 2.5% en todas las demás dosificaciones.

*Tabla 6: Diseño de mezcla patrón general*

<b>MATERIAL ES</b>	<b>DISEÑO PARA 1 m<sup>3</sup> DE CONCRET O PATRON</b>	<b>DISEÑO PARA 0.02 m<sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON</b>	<b>VOLUM.</b>
<b>CEMENTO</b>	412.041 kg	8.24 kg	0.00824082
<b>FINO</b>	1022.78 kg	20.46 kg	0.02045578
<b>GRUESO</b>	939.308 kg	18.79 kg	0.01878616
<b>AGUA (L/m<sup>3</sup>)</b>	179.474 kg	3.59 kg	0.00358948
<b>AIRE</b>	2.5% kg	0.0005 %	0.0000005

FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.2.3.3. Resultados de diseño de mezcla adicionando aditivo

De acuerdo a la ficha técnica de las microfibras se utilizan de 0 – 9 kg/m<sup>3</sup> con respecto al peso unitario del concreto, por lo tanto en esta investigación se determinó el uso de 1.5, 3 y 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y teniendo constante la incorporación de aire que es de 2.5%, los resultados presentamos en las siguientes tablas.

*Tabla 7: Dosificación de las microfibras*

<b>ADITIVO</b>	<b>UND</b>	<b>( - )</b>	<b>PROM.</b>	<b>( + )</b>
<b>MICROFIBRAS</b>	<b>%</b>	1.5	3	4.5

FUENTE: Elaboración Propia

*Tabla 8: Resultados de la dosificación de las microfibras*

<b>PATRONES</b>	<b>ADITIVOS</b>	<b>UND</b>	<b>DIAS DE ROTURA</b>		
			<b>7 DIAS</b>	<b>14 DIAS</b>	<b>28 DIAS</b>
<b>PATRON GENERAL</b>	<b>MICROFIBRAS</b>	Kg	...	...	...
<b>PATRON ( - )</b>	<b>MICROFIBRAS</b>	Kg	0.030	0.030	0.030
<b>PATRON ( + )</b>	<b>MICROFIBRAS</b>	Kg	0.060	0.060	0.060
<b>PATRON PROM.</b>	<b>MICROFIBRAS</b>	Kg	0.090	0.090	0.090

FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.2.4. Temperatura del concreto NTP 339.184-2023

Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación, las cuales en un clima moderado sin presencia de nubes ni lloviznas se realizó nuestra mezcla de concreto teniendo una humedad relativa de 69% y con temperatura ambiente de 15.20 °C, y de acuerdo a las mezclas realizadas tenemos las lecturas de la temperatura de concreto de los diseños de mezcla realizadas.

**Tabla 9. Temperatura de concreto patrón general**

<b>LECTURA N° 01</b>	<b>16,9 °C</b>
<b>LECTURA N° 02</b>	<b>17,1 °C</b>
<b>LECTURA N° 03</b>	<b>16,8 °C</b>

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 10. Temperatura de concreto patrón ( - )**

<b>LECTURA N° 01</b>	<b>17,5 °C</b>
<b>LECTURA N° 02</b>	<b>17.3 °C</b>
<b>LECTURA N° 03</b>	<b>17,1 °C</b>

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 11. Temperatura de concreto patrón ( + )**

<b>LECTURA N° 01</b>	<b>18,1 °C</b>
<b>LECTURA N° 02</b>	<b>17,7 °C</b>
<b>LECTURA N° 03</b>	<b>17,9 °C</b>

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 12. Temperatura de concreto patrón promedio**

<b>LECTURA N° 01</b>	<b>17,4 °C</b>
<b>LECTURA N° 02</b>	<b>17,9 °C</b>
<b>LECTURA N° 03</b>	<b>18,0 °C</b>

FUENTE: Elaboración Propia

#### **4.2.5. Medición De Asentamiento Con Cono De Abrams NTP 339.035**

Establece la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Este método consiste en colocar una muestra de concreto fresco en un molde con forma de cono trunco, según las características y procedimientos que establezcan las especificaciones técnicas correspondientes. Se conoce también como cono de asentamiento o SLUMP.

**Tabla 13. Asentamiento (SLUMP) Patrón general**

<b>MUESTRA</b>	<b>ASENTAMIENTO</b>	
	<b>CM</b>	<b>PULGADAS</b>
<b>PATRON GENERAL</b>	<b>9.144</b>	<b>3.6</b>

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 14. Asentamiento (SLUMP) Patrón ( - )**

MUESTRA	ASENTAMIENTO	
	CM	PULGADAS
<b>PATRON ( - )</b>	<b>8.89</b>	<b>3.5</b>

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 15. Asentamiento (SLUMP) Patrón ( + )**

MUESTRA	ASENTAMIENTO	
	CM	PULGADAS
<b>PATRON ( + )</b>	<b>8.89</b>	<b>3.5</b>

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 16. Asentamiento (SLUMP) Patrón promedio**

MUESTRA	ASENTAMIENTO	
	CM	PULGADAS
<b>PATRON PROMEDIO</b>	<b>8.636</b>	<b>3.4</b>

FUENTE: Elaboración Propia

#### **4.2.6. Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto ASTM C-39**

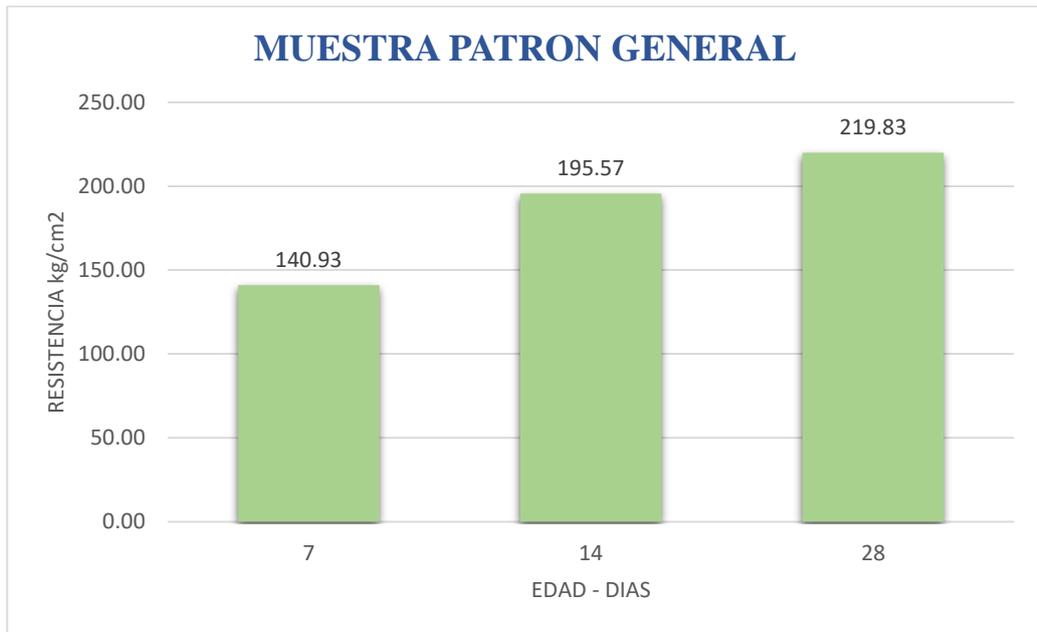
Se produjeron un total de 9 probetas golpeando el borde de la probeta 10 veces a intervalos de 10 cm con un mazo de goma.

**Tabla 17. Resistencia a compresión muestra patrón general**

Descripción	ed ad	fecha		Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
<b>P. GENERAL</b>	7	17/07/2023	24/07/2023	140.8	TIPO 3
<b>P. GENERAL</b>	7	17/07/2023	24/07/2023	139.7	TIPO 5
<b>P. GENERAL</b>	7	17/07/2023	24/07/2023	142.3	TIPO 3
<b>P. GENERAL</b>	14	17/07/2023	31/07/2023	195.8	TIPO 2
<b>P. GENERAL</b>	14	17/07/2023	31/07/2023	191.7	TIPO 3
<b>P. GENERAL</b>	14	17/07/2023	31/07/2023	199.2	TIPO 3
<b>P. GENERAL</b>	28	17/07/2023	14/08/2023	220.4	TIPO 2
<b>P. GENERAL</b>	28	17/07/2023	14/08/2023	215.7	TIPO 5
<b>P. GENERAL</b>	28	17/07/2023	14/08/2023	223.4	TIPO 2

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 17, se analizó que las muestras patrones a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que la muestra patrón a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 140.93 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 195.57 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 219.83 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 3. Resistencia a compresión muestra patrón general**

FUENTE: Elaboración Propia

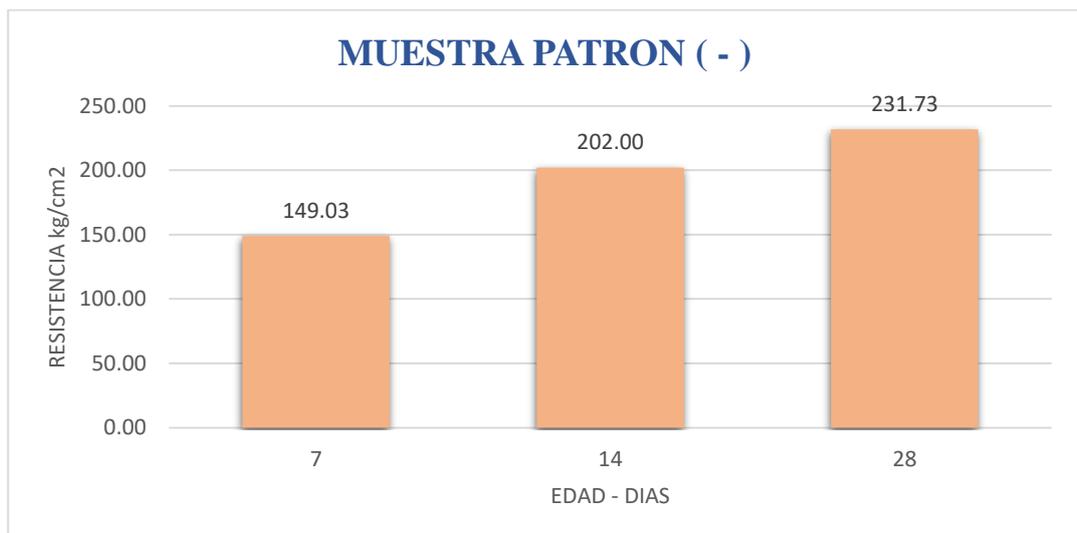
En el grafico 03, se analizó que las muestras patrones a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que la muestra patrón a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 67%, a los 14 días de 93% y a los 28 días de 105%.

**Tabla 18. Resistencia a compresión muestra patrón ( - )**

Descripción	edad	fecha		Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
PATRON ( - )	7	15/06/2023	22/06/2023	145.7	TIPO 4
PATRON ( - )	7	15/06/2023	22/06/2023	149.9	TIPO 3
PATRON ( - )	7	15/06/2023	22/06/2023	151.5	TIPO 3
PATRON ( - )	14	15/06/2023	29/06/2023	199.2	TIPO 5
PATRON ( - )	14	15/06/2023	29/06/2023	201.4	TIPO 5
PATRON ( - )	14	15/06/2023	29/06/2023	205.4	TIPO 5
PATRON ( - )	28	15/06/2023	13/07/2023	230.4	TIPO 2
PATRON ( - )	28	15/06/2023	13/07/2023	235.1	TIPO 2
PATRON ( - )	28	15/06/2023	13/07/2023	229.7	TIPO 2

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 18, se obtuvieron resultados promedios a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 149.03 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 202.00 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 231.73 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación; 1.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 4. Resistencia a compresión muestra patrón ( - )**

FUENTE: Elaboración Propia

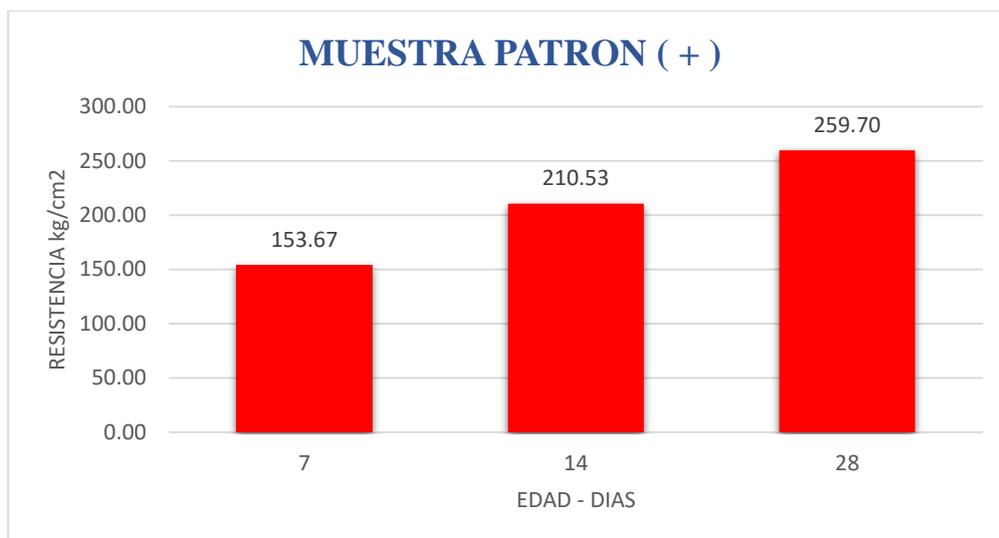
En la figura 04, se analizó que la muestra patrón ( - ) a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que se obtuvieron resultados promedios a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 71% a los 14 días de 96% y a los 28 días de 110%, con una dosificación; 1.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.

**Tabla 19. Resistencia a compresión muestra patrón ( + )**

Descripción	edad	fecha		Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
PATRON ( + )	7	15/06/2023	22/06/2023	149.9	TIPO 4
PATRON ( + )	7	15/06/2023	22/06/2023	152.7	TIPO 2
PATRON ( + )	7	15/06/2023	22/06/2023	158.4	TIPO 2
PATRON ( + )	14	15/06/2023	29/06/2023	207.8	TIPO 2
PATRON ( + )	14	15/06/2023	29/06/2023	210.4	TIPO 2
PATRON ( + )	14	15/06/2023	29/06/2023	213.4	TIPO 2
PATRON ( + )	28	15/06/2023	13/07/2023	259.8	TIPO 2
PATRON ( + )	28	15/06/2023	13/07/2023	257.4	TIPO 2
PATRON ( + )	28	15/06/2023	13/07/2023	261.9	TIPO 2

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 19, se analizó que la muestra patrón ( + ) a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que se obtuvieron resultados promedios a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 153.67 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 210.53 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 259.70 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación; 4.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 5. Resistencia a compresión muestra patrón (+)**

FUENTE: Elaboración Propia

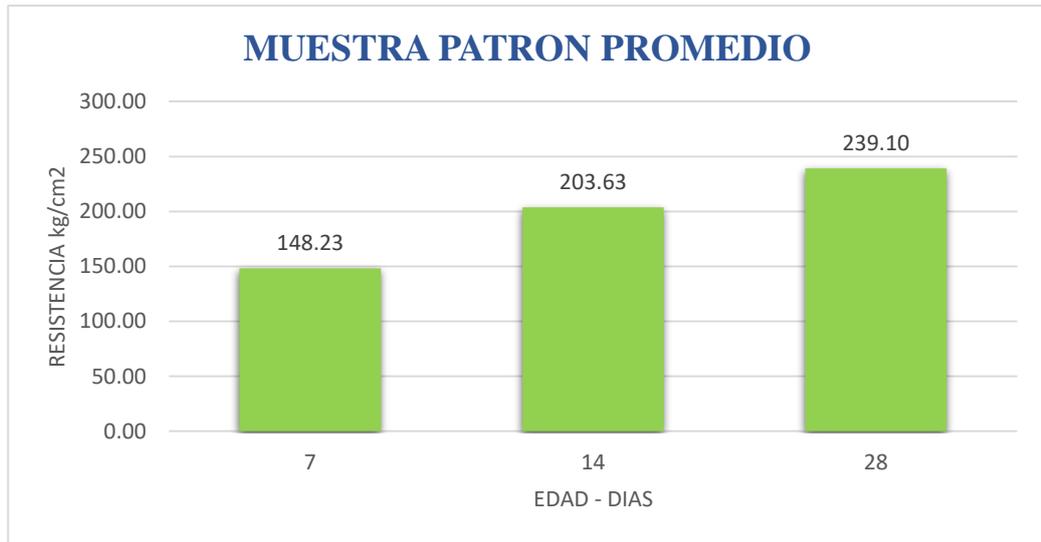
En la figura 05, se analizó que la muestra patrón (+) a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que se obtuvieron resultados promedios a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 73% a los 14 días de 100% y a los 28 días de 124%, con una dosificación; 4.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.

**Tabla 20. Resistencia a compresión muestra patrón Promedio**

Descripción	edad	fecha		Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	148.5	TIPO 2
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	144.5	TIPO 2
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	151.7	TIPO 2
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	203.5	TIPO 2
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	206.7	TIPO 3
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	200.7	TIPO 3
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	236.4	TIPO 2
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	239.7	TIPO 2
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	241.2	TIPO 3

FUENTE: Elaboración Propia

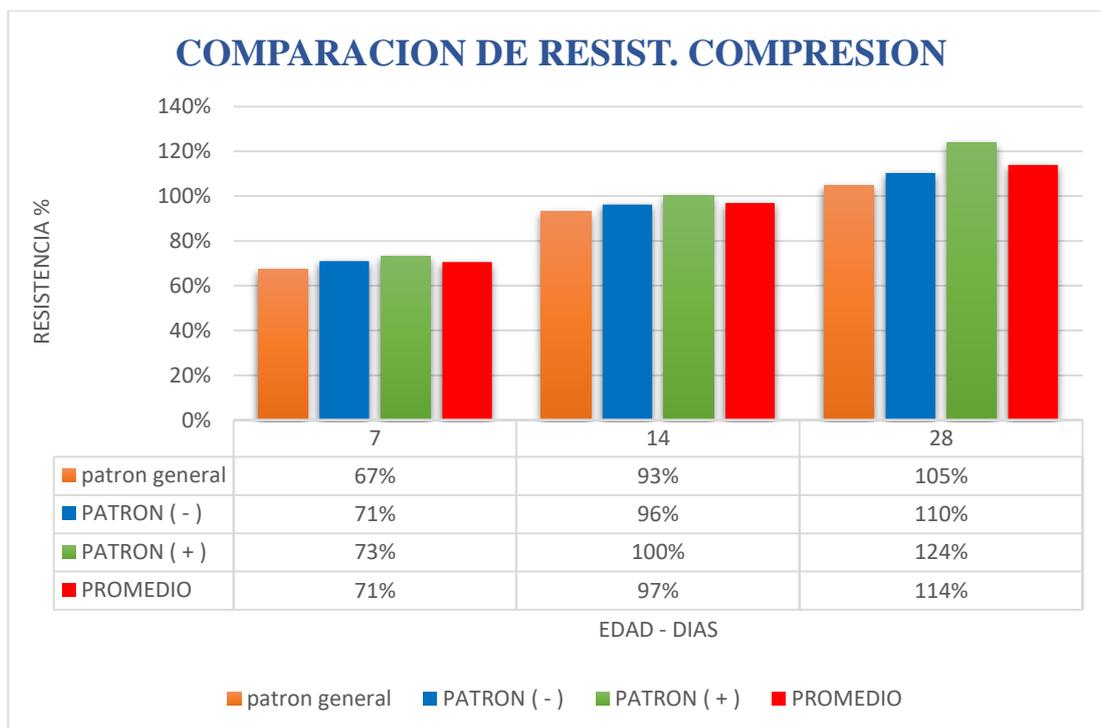
En la tabla 20, se obtuvieron resultados promedios a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 148.23 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 203.63 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 239.10 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación; 3 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 6. Resistencia a compresión muestra patrón promedio**

FUENTE: Elaboración Propia

En la figura 06, se analizó que la muestra patrón promedio a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que se obtuvieron resultados promedios a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 71% a los 14 días de 97% y a los 28 días de 114%, con una dosificación; 3 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 7. Comparación de la resistencia a la compresión**

FUENTE: Elaboración Propia

En la figura 7, se analizó que la muestra patrón promedio a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que se obtuvieron resultados más óptimos de la muestra patrón (+) llegando a los 28 días con una resistencia de 124%, esto con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire, por encima con un 10% de la muestra patrón general que llego a una resistencia de 114% a los 28 días de curado.

#### **4.2.7. Resistencia a la tracción indirecta del concreto MTC E708/ASTM C496**

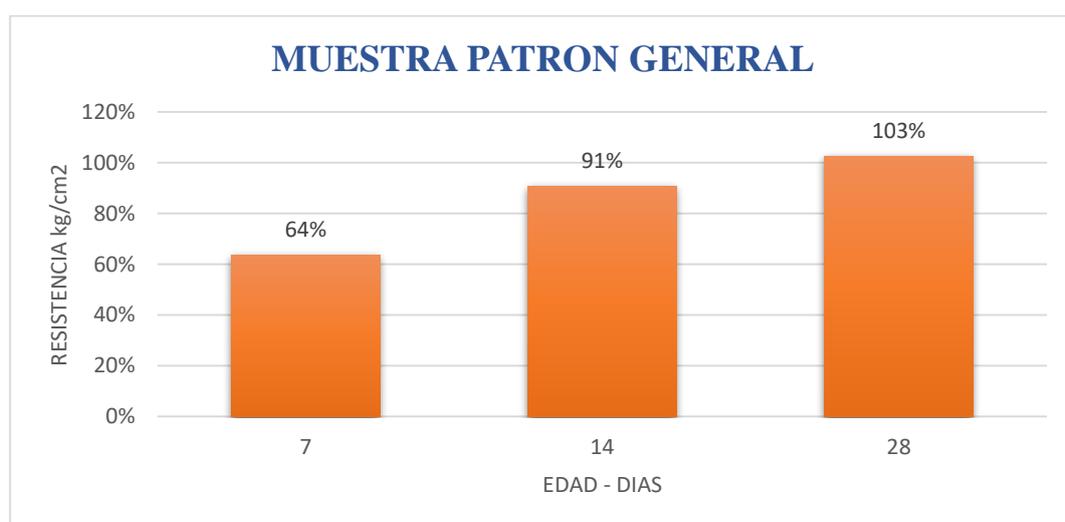
Se produjeron un total de 9 probetas golpeando el borde de la probeta 10 veces a intervalos de 10 cm con un mazo de goma.

**Tabla 21. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón general**

Descripción	edad	fecha		Resistencia Tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
P. GENERAL	7	15/06/2023	22/06/2023	13.42	C
P. GENERAL	7	15/06/2023	22/06/2023	13.03	B
P. GENERAL	7	15/06/2023	22/06/2023	13.68	B
P. GENERAL	14	15/06/2023	29/06/2023	18.96	A
P. GENERAL	14	15/06/2023	29/06/2023	18.83	B
P. GENERAL	14	15/06/2023	29/06/2023	19.44	B
P. GENERAL	28	15/06/2023	13/07/2023	21.57	B
P. GENERAL	28	15/06/2023	13/07/2023	21.94	A
P. GENERAL	28	15/06/2023	13/07/2023	21.18	A

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 21, se analizó que la muestra patrón general de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 13.38 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 19.08 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 21.56 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 8. Resistencia a tracción indirecta patrón general**

FUENTE: Elaboración Propia

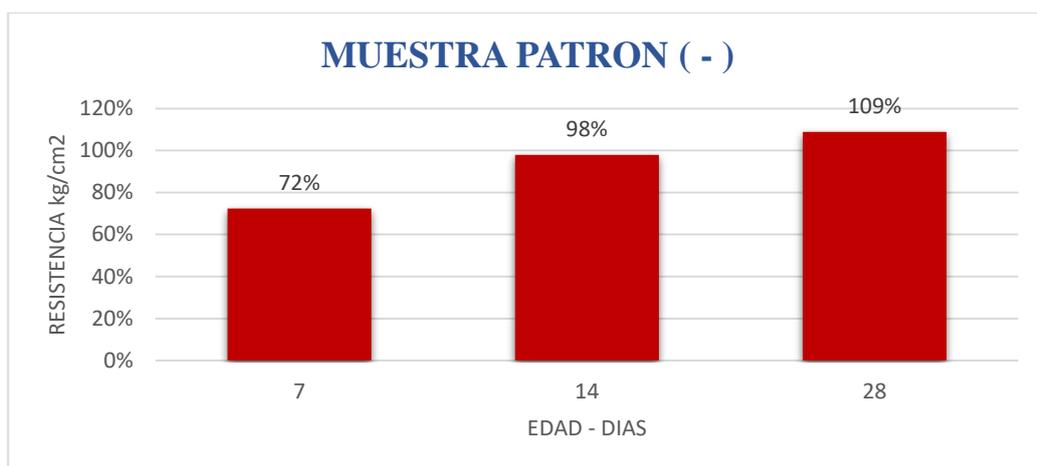
En la figura 8, se analizó que la muestra patrón general de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia de 64%, a los 14 días de 91% y a los 28 días de 103%.

**Tabla 22. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón ( - )**

Descripción	edad	fecha		Resistencia Tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
<b>PATRON ( - )</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	15.56	B
<b>PATRON ( - )</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	15.18	B
<b>PATRON ( - )</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	14.88	A
<b>PATRON ( - )</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	19.87	A
<b>PATRON ( - )</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	20.54	C
<b>PATRON ( - )</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	21.24	C
<b>PATRON ( - )</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	22.79	C
<b>PATRON ( - )</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	22.90	A
<b>PATRON ( - )</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	22.88	A

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 22, se analizó que la muestra patrón ( - ) de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 15.21 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 20.55 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 22.86 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación; 1.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 9. Resistencia a tracción indirecta patrón (-)**

FUENTE: Elaboración Propia

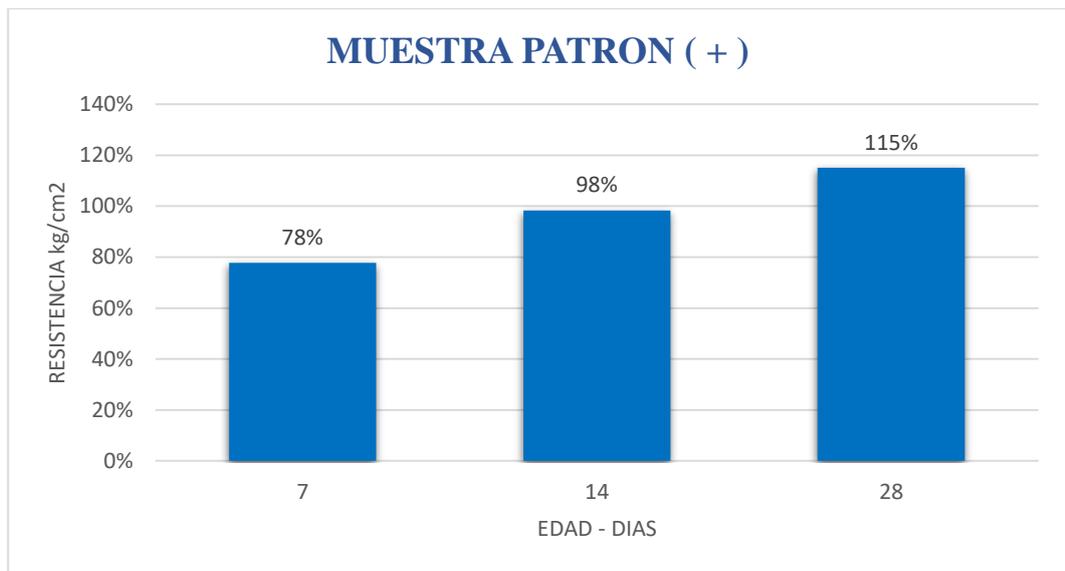
En la figura 9, se analizó que la muestra patrón (-) de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 72%, a los 14 días de 98% y a los 28 días de 109%, con una dosificación; 1.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.

**Tabla 23. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón (+)**

Descripción	edad	fecha		Resistencia Tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
<b>PATRON (+)</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	15.67	B
<b>PATRON (+)</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	16.94	A
<b>PATRON (+)</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	16.38	A
<b>PATRON (+)</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	20.11	B
<b>PATRON (+)</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	20.38	A
<b>PATRON (+)</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	21.46	A
<b>PATRON (+)</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	24.71	C
<b>PATRON (+)</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	23.50	A
<b>PATRON (+)</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	24.28	A

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 23, se analizó que la muestra patrón ( + ) de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 16.33 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 20.65 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 24.16 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación; 4.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 10. Resistencia a tracción indirecta patrón ( + )**

FUENTE: Elaboración Propia

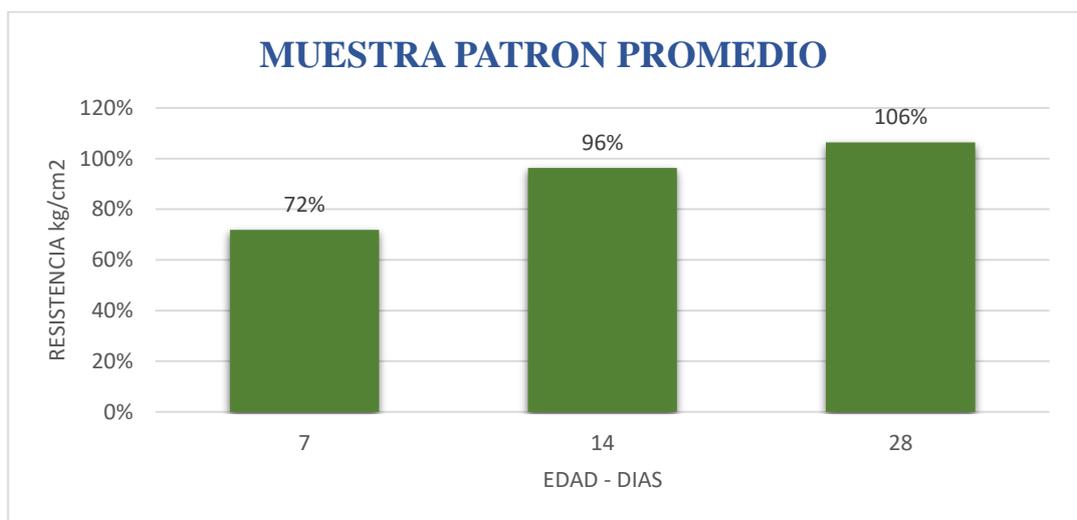
En la figura 10, se analizó que la muestra patrón ( + ) de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 78%, a los 14 días de 98% y a los 28 días de 115%, con una dosificación; 4.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.

**Tabla 24. Resistencia a tracción indirecta muestra patrón promedio**

Descripción	edad	fecha		Resistencia Tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	14.74	A
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	15.17	C
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	15.32	C
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	20.26	A
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	20.69	B
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	19.71	C
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	22.17	A
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	22.36	B
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	22.48	B

FUENTE: Elaboración Propia

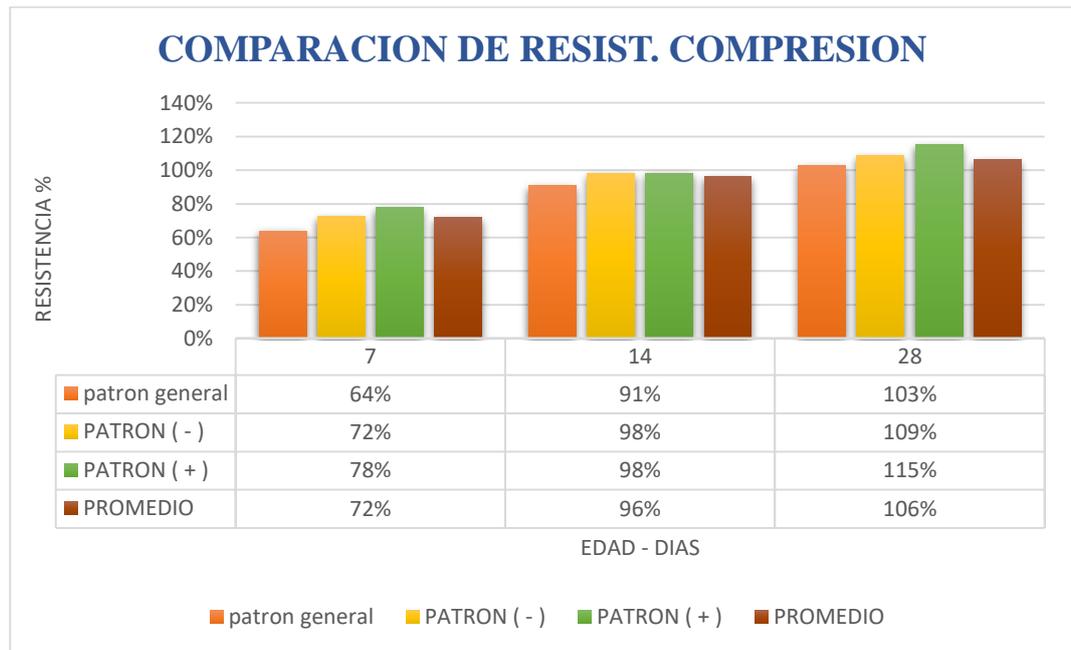
En la tabla 24, Se tuvieron a los 7 días una resistencia promedio de 15.08 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 20.22 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 22.34 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación; 3 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 11. Resistencia a tracción indirecta patrón promedio**

FUENTE: Elaboración Propia

En la figura 11, se analizó que la muestra patrón promedio de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 72%, a los 14 días de 96% y a los 28 días de 106%, con una dosificación; 3 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire.



**Gráfico 12. Comparación de la resistencia a la tracción indirecta**

FUENTE: Elaboración Propia

En la figura 12, se analizó que la muestra patrón promedio a los 7 días, 14 días y 28 días. pudiendo interpretar que se obtuvieron resultados más óptimos de la muestra patrón (+) llegando a los 28 días con una resistencia de 115%, esto con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de Microfibra con respecto al peso unitario del concreto y una constante de 2.5% de incorporación de aire, por encima con un 9% de la muestra patrón general que llego a una resistencia de 106% a los 28 días de curado.

#### 4.2.8. Resistencia a la flexión del concreto NTP 339.079-2001

Se realizaron un total de 9 probetas sobre una muestra de 0.15 x 0.15 x 0.55, donde los moldes fueron lubricados con queroseno, donde la muestra de concreto fue comprimida con una barra y luego golpeada con un martillo de caucho 10 veces.

*Tabla 25. Resistencia a flexión muestra patrón general*

Descripción	edad	fecha		Carga máxima (KN)
		vaciado	rotura	
<b>P. GENERAL</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	27.54
<b>P. GENERAL</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	29.50
<b>P. GENERAL</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	28.40
<b>P. GENERAL</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	33.20
<b>P. GENERAL</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	30.80
<b>P. GENERAL</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	34.10
<b>P. GENERAL</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	44.18
<b>P. GENERAL</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	45.40
<b>P. GENERAL</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	42.70

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 25, se analizó que la muestra patrón general de la resistencia a la flexión a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 28.48 KN, a los 14 días de 32.70 KN y a los 28 días de 44.09 KN.

**Tabla 26. Resistencia a flexión muestra patrón (-)**

Descripción	edad	fecha		Carga máxima (KN)
		vaciado	rotura	
PATRON (-)	7	15/06/2023	22/06/2023	27.54
PATRON (-)	7	15/06/2023	22/06/2023	29.50
PATRON (-)	7	15/06/2023	22/06/2023	28.40
PATRON (-)	14	15/06/2023	29/06/2023	33.20
PATRON (-)	14	15/06/2023	29/06/2023	30.80
PATRON (-)	14	15/06/2023	29/06/2023	34.10
PATRON (-)	28	15/06/2023	13/07/2023	44.18
PATRON (-)	28	15/06/2023	13/07/2023	45.40
PATRON (-)	28	15/06/2023	13/07/2023	42.70

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 26, se analizó que la muestra patrón general de la resistencia a la flexión a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 32.37 KN, a los 14 días de 38.78 KN y a los 28 días de 47.80 KN.

**Tabla 27. Resistencia a flexión muestra patrón (+)**

Descripción	edad	fecha		Carga máxima (KN)
		vaciado	rotura	
PATRON (+)	7	15/06/2023	22/06/2023	25.80
PATRON (+)	7	15/06/2023	22/06/2023	29.70
PATRON (+)	7	15/06/2023	22/06/2023	30.70
PATRON (+)	14	15/06/2023	29/06/2023	38.45
PATRON (+)	14	15/06/2023	29/06/2023	39.41
PATRON (+)	14	15/06/2023	29/06/2023	42.70
PATRON (+)	28	15/06/2023	13/07/2023	53.70
PATRON (+)	28	15/06/2023	13/07/2023	51.40
PATRON (+)	28	15/06/2023	13/07/2023	50.70

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 27, se analizó que la muestra patrón ( + ) de la resistencia a la flexión a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 28.73KN, a los 14 días de 40.19 KN y a los 28 días de 51.93 KN.

**Tabla 28. Resistencia a flexión muestra patrón Promedio**

Descripción	edad	fecha		Carga máxima (KN)
		vaciado	rotura	
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	29.50
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	31.10
<b>PROMEDIO</b>	7	15/06/2023	22/06/2023	33.40
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	33.50
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	37.90
<b>PROMEDIO</b>	14	15/06/2023	29/06/2023	38.10
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	41.40
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	45.50
<b>PROMEDIO</b>	28	15/06/2023	13/07/2023	42.70

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla 28, se analizó que la muestra patrón promedio de la resistencia a la flexión a los 7 días, 14 días y 28 días pudiendo interpretar que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 31.33 KN, a los 14 días de 36.50 KN y a los 28 días de 43.20 KN.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Prueba de hipótesis general

Ho: Si determinamos la influencia de los aditivos incorporador de aire y microfibras, no lograremos mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en climas fríos, Pasco 2023

Ha: Si determinamos la influencia de los aditivos incorporador de aire y microfibras, lograremos mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en climas fríos, Pasco 2023

**Tabla 29. Prueba de Normalidad**

	PROPIEDADES MECANICAS	Kolmogorov- Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION	GENERAL	,225	3	.	,984	3	,758
	( - )	,342	3	.	,845	3	,228
	( + )	,184	3	.	,999	3	,927
	PROMEDIO	,263	3	.	,955	3	,593
RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA	GENERAL	,177	3	.	1,000	3	,971
	( - )	,321	3	.	,881	3	,328
	( + )	,242	3	.	,973	3	,684
	PROMEDIO	,226	3	.	,983	3	,752
RESISTENCIA A LA FLEXION	GENERAL	,192	3	.	,997	3	,894
	( - )	,187	3	.	,998	3	,915
	( + )	,300	3	.	,913	3	,430
	PROMEDIO	,261	3	.	,957	3	,602

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 29 nuestros resultados obtenidos de la prueba de normalidad determinamos que nuestro P valor es mayor al 5% definiendo tenemos datos normales en todos los casos y para su posterior análisis usaremos la correlación de Pearson.

**Tabla 30. Correlación de Pearson de resistencia a la compresión**

		GENE RAL	PATRON_ MENOS	PATRON_ MAS	PROM EDIO
GENERAL	Correlación de Pearson	1	-,962	,996	,183
	Sig. (bilateral)		,177	,050	,883
	N	3	3	3	3
PATRON_MENOS	Correlación de Pearson	-,962	1	-,934	,094
	Sig. (bilateral)	,177		,233	,940
	N	3	3	3	3
PATRON_MAS	Correlación de Pearson	,996	-,934	1	,269
	Sig. (bilateral)	,050	,233		,827
	N	3	3	3	3
PROMEDIO	Correlación de Pearson	,183	,094	,269	1
	Sig. (bilateral)	,883	,940	,827	
	N	3	3	3	3

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 31. Correlación de Pearson de resistencia a la tracción**

		Gener.	( - )	( + )	Prom.
GENERAL	Correlación de Pearson	1	,156	-,624	-,398
	Sig. (bilateral)		,900	,571	,740
	N	3	3	3	3
PATRON_MENOS	Correlación de Pearson	,156	1	-,869	,844
	Sig. (bilateral)	,900		,329	,360
	N	3	3	3	3
PATRON_MAS	Correlación de Pearson	-,624	-,869	1	-,469
	Sig. (bilateral)	,571	,329		,689
	N	3	3	3	3
PROMEDIO	Correlación de Pearson	-,398	,844	-,469	1
	Sig. (bilateral)	,740	,360	,689	
	N	3	3	3	3

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 32. Correlación de Pearson de resistencia a la flexión**

		Gener.	( - )	( + )	Prom.
GENERAL	Correlación de Pearson	1	-,510	,277	,626
	Sig. (bilateral)		,660	,821	,570
	N	3	3	3	3
PATRON_MENOS	Correlación de Pearson	-,510	1	-,968	,352
	Sig. (bilateral)	,660		,162	,771
	N	3	3	3	3
PATRON_MAS	Correlación de Pearson	,277	-,968	1	-,576
	Sig. (bilateral)	,821	,162		,609
	N	3	3	3	3
PROMEDIO	Correlación de Pearson	,626	,352	-,576	1
	Sig. (bilateral)	,570	,771	,609	
	N	3	3	3	3

FUENTE: Elaboración Propia

DECISIÓN: De acuerdo a los datos obtenidos de la correlación de Pearson definimos que si hay variación de las muestras ensayadas, teniendo que la muestra patrón ( + ) es quien tiene mayor incidencia con respecto al patrón general, y de acuerdo al baremo la correlación de estos dos patrones hay una correlación muy buena en las propiedades mecánicas del concreto, entonces si tenemos una buena influencia de la incorporación de aire y la adición de microfibras a nuestro concreto y de acuerdo a las propiedades físicas del concreto, se encuentra dentro de lo estipulado máximo aceptable en la temperatura del concreto y el asentamiento del concreto esta en óptimas condiciones de uso ya que están dentro del concreto diseño que fue de 3” a 4” sin alteraciones alguno, concluyendo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### 4.3.2. Prueba de hipótesis específica 01

Ho: La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, no mejorara en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

Ha: La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

**Tabla 33. Descriptivos resistencia a la compresión**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GEN.	3	219,8333	3,88115	2,24078	210,1920	229,4746	215,70	223,40
( - )	3	231,7333	2,93655	1,69542	224,4385	239,0281	229,70	235,10
( + )	3	259,7000	2,25167	1,30000	254,1066	265,2934	257,40	261,90
Prom.	3	239,1000	2,45561	1,41774	232,9999	245,2001	236,40	241,20
Total	12	237,5917	15,34977	4,43110	227,8389	247,3444	215,70	261,90

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 34. ANOVA de un factor – Tukey resistencia a la compresión**

(I) Propiedades Mecánicas	(J) Propiedades Mecánicas	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GENERAL	( - )	-11,90000*	2,40786	,005	-19,6108	-4,1892
	( + )	-39,86667*	2,40786	,000	-47,5775	-32,1559
	PROMEDIO	-19,26667*	2,40786	,000	-26,9775	-11,5559
( - )	GENERAL	11,90000*	2,40786	,005	4,1892	19,6108
	( + )	-27,96667*	2,40786	,000	-35,6775	-20,2559
	PROMEDIO	-7,36667	2,40786	,061	-15,0775	,3441
( + )	GENERAL	39,86667*	2,40786	,000	32,1559	47,5775
	( - )	27,96667*	2,40786	,000	20,2559	35,6775
	PROMEDIO	20,60000*	2,40786	,000	12,8892	28,3108
PROMEDIO	GENERAL	19,26667*	2,40786	,000	11,5559	26,9775
	( - )	7,36667	2,40786	,061	-,3441	15,0775
	( + )	-20,60000*	2,40786	,000	-28,3108	-12,8892

FUENTE: Elaboración propia

DECISIÓN: De acuerdo a los datos analizados determinamos que si tenemos variación de nuestras ensayadas en la resistencia a la compresión, siendo el más determinante la muestra patrón ( + ) con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y con una constante de 2.5% de aire incorporado concluyendo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### 4.3.3. Prueba de hipótesis específica 02

Ho: La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, no mejorara en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

Ha: La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

**Tabla 35. Descriptivos resistencia a la tracción indirecta**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GEN.	3	21,5633	,38004	,21942	20,6193	22,5074	21,18	21,94
( - )	3	22,8567	,05859	,03383	22,7111	23,0022	22,79	22,90
( + )	3	24,1633	,61338	,35413	22,6396	25,6871	23,50	24,71
Prom.	3	22,3367	,15631	,09025	21,9484	22,7250	22,17	22,48
Total	12	22,7300	1,03818	,29970	22,0704	23,3896	21,18	24,71

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 36. ANOVA de un factor – Tukey resistencia a la tracción indirecta**

(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Propiedades Mecánicas	( - )	-1,29333*	,30236	,012	-2,2616	-,3251
	( + )	-2,60000*	,30236	,000	-3,5683	-1,6317
	PROMEDIO	-,77333	,30236	,124	-1,7416	,1949
( - )	GENERAL	1,29333*	,30236	,012	,3251	2,2616
	( + )	-1,30667*	,30236	,011	-2,2749	-,3384
	PROMEDIO	,52000	,30236	,374	-,4483	1,4883
( + )	GENERAL	2,60000*	,30236	,000	1,6317	3,5683
	( - )	1,30667*	,30236	,011	,3384	2,2749
	PROMEDIO	1,82667*	,30236	,001	,8584	2,7949
PROMEDIO	GENERAL	,77333	,30236	,124	-,1949	1,7416
	( - )	-,52000	,30236	,374	-1,4883	,4483
	( + )	-1,82667*	,30236	,001	-2,7949	-,8584

FUENTE: Elaboración propia

DECISIÓN: De acuerdo a los datos analizados determinamos que si tenemos variación de nuestras ensayadas en la resistencia a la tracción indirecta, siendo el más determinante la muestra patrón ( + ) con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y con una constante de 2.5% de aire incorporado concluyendo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### 4.3.4. Prueba de hipótesis específica 03

Ho: La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, no mejorara en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

Ha: La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.

**Tabla 37. Descriptivos resistencia a la flexión**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GEN.	3	44,0933	1,35208	,78063	40,7346	47,4521	42,70	45,40
( - )	3	47,8000	1,95192	1,12694	42,9512	52,6488	45,80	49,70
( + )	3	51,9333	1,56950	,90615	48,0345	55,8322	50,70	53,70
Prom.	3	43,2000	2,09523	1,20968	37,9952	48,4048	41,40	45,50
Total	12	46,7567	3,90654	1,12772	44,2746	49,2388	41,40	53,70

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 38. ANOVA de un factor – Tukey resistencia a la flexión**

(I) Propiedades Mecánicas	(J) Propiedades Mecánicas	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GENERAL	( - )	-3,70667	1,44288	,122	-8,3273	,9140
	( + )	-7,84000*	1,44288	,003	-12,4606	-3,2194
	PROMEDIO	,89333	1,44288	,923	-3,7273	5,5140
( - )	GENERAL	3,70667	1,44288	,122	-,9140	8,3273
	( + )	-4,13333	1,44288	,081	-8,7540	,4873
	PROMEDIO	4,60000	1,44288	,051	-,0206	9,2206
( + )	GENERAL	7,84000*	1,44288	,003	3,2194	12,4606
	( - )	4,13333	1,44288	,081	-,4873	8,7540
	PROMEDIO	8,73333*	1,44288	,001	4,1127	13,3540
PROMEDIO	GENERAL	-,89333	1,44288	,923	-5,5140	3,7273
	( - )	-4,60000	1,44288	,051	-9,2206	,0206
	( + )	-8,73333*	1,44288	,001	-13,3540	-4,1127

FUENTE: Elaboración propia

DECISIÓN: De acuerdo a los datos analizados determinamos que si tenemos variación de nuestras ensayadas en la resistencia a la flexión, siendo el más determinante la muestra patrón ( + ) con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y con una constante de 2.5% de aire incorporado concluyendo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### 4.4. Discusión de resultados

Según el autor (Heredia Lobón, 2021), en su investigación titulada “Comportamiento físico- mecánico del concreto con adición microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores

provincia y región Arequipa”, nos hace conocer que las microfibras de polipropileno sintético añadidas al hormigón a razón de 400 y 600 g/m<sup>3</sup> aumentaron al 5% y 4% en comparación con el hormigón estándar después de 7 días, y después de 14 días, las microfibras de polipropileno añadidas a razón de 600 y 1200 g/m<sup>3</sup> aumentaron al 5% y 4% respecto al hormigón estándar, se añade proporcionalmente. m<sup>3</sup> aumentó un 7% y un 14% respectivamente respecto al hormigón estándar y lo superó hasta en 28 días con la adición de "microfibras sintéticas de polipropileno" después de 28 días para hormigones de 450 y 600 g/m<sup>3</sup> teniendo "lo más poco es" positivo " . hormigón." La resistencia a la compresión disminuye." ”Disminuirá en un 8%, en nuestro caso se obtuvo la muestra patrón a los 7 días alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 140.93 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 195.57 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 219.83 kg/cm<sup>2</sup>, esto a los 28 días superando un 19% de más con respecto al patrón control.

Según los autores (Perez Santos, 2023), en su tesis titulada “Evaluación del Concreto Reforzado con Fibra de Polipropileno y Aditivo Plastificante”, se concluyó que la cantidad óptima para muestras elaboradas con fibras de 200 g/m<sup>3</sup>, 400 g/m<sup>3</sup>, 600 g/m<sup>3</sup> y 800 g/m<sup>3</sup> fue 600 g/m<sup>3</sup> y que se alcanzó el valor promedio en términos de resistencia a la compresión para muestras. elaborado con: Fibra de polipropileno. Los valores para las muestras de diseño de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> son hasta un 25% y un 22% superiores a los valores obtenidos para las muestras de control, en nuestro caso con diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> el concreto patrón llegó a 219.83 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto óptimo con la adición de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y manteniendo constante el Incorporador de aire de 2.5%, a los 28 días llegó a un 19% de más.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a los análisis realizados si tenemos una buena y adecuada influencia de los aditivos incorporador de aire y microfibras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para climas fríos, Pasco 2023, ya que el patrón ( + ) fue quien nos dio resultados más óptimos con respecto al patrón general, en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión, las propiedades físicas del concreto, se encuentra dentro de lo estipulado máximo aceptable en la temperatura del concreto y el asentamiento del concreto está en óptimas condiciones de uso ya que están dentro del concreto diseño que fue de 3” a 4” sin alteraciones alguno, siendo lo recomendado por la norma.
- La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos fue de gran aporte ya que el patrón ( + ) fue quien nos dio resultados más óptimos con respecto al patrón general, con 259.70 kg/cm<sup>2</sup> con 19% de más al patrón general y con 24% de más al diseño de mezcla, esto con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y manteniendo constante de 2.5% de incorporador de aire.
- La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos fue de gran aporte ya que el patrón ( + ) fue quien nos dio resultados más óptimos con respecto al patrón general, con 24.16 kg/cm<sup>2</sup> con 12% de más al patrón general y con 15% de más al diseño de mezcla, esto con una dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y manteniendo constante de 2.5% de incorporador de aire.

- La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos fue de gran aporte ya que el patrón ( + ) fue quien nos dio resultados más óptimos con respecto al patrón general, con 51.93 KN y el patrón general 44.09 KN, por encima con un 7.84 KN, interpretando que si mejora con la dosificación de 4.5 kg/m<sup>3</sup> de microfibras con respecto al peso unitario del concreto y manteniendo constante de 2.5% de incorporador de aire.
- De acuerdo a los análisis nuestro concreto fue en benéfico ascendente, interpretando que a mayor incorporación de microfibras tenemos mejores resultados para la resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar Microfibras en el concreto en dosis de aproximadamente a los 4.5 kg/m<sup>3</sup> a más para lograr una resistencia máxima a la compresión y que el Incorporador de aire manteniendo constante en 2.5% ya que los esfuerzos a compresión pueden ser perjudiciales para el concreto.
- Recomiendo usar las microfibras y la incorporación de aire en dosificaciones mayores para poder determinar cuál es la más óptima en el máximo de dosificación.
- En futuras investigaciones, considerar brindar conocimiento e información a la industria de la construcción analizando los beneficios de las propiedades mecánicas del concreto comparando microfibras y fibras de acero.
- Se recomienda la utilidad de microfibra y el incorporador de aire en climas agrestes como la ciudad de cerro de Pasco, que en nuestro caso nos resultó en gran beneficio mejorando las propiedades mecánicas del concreto.
- Se recomienda cumplir con la Norma Técnica Peruana (NTP) NTP 339.084:2012
- Se recomienda evaluar el comportamiento del concreto adicionado con microfibra de polipropileno a edades mayores a 28 días de curado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernal Camacho, J. M., & Chávez Pérez, J. A. (2018). Estudio De Las Propiedades Mecánicas Y Durables De Concretos Fabricados Con Microsilice Y Expuestos A Climas Extremos A Edades Tempranas. Universidad Autonoma de Sinaloa - Mexico.
- CIP-35. (s. f.). Prueba de Resistencia a la Compresión del Concreto. Recuperado 8 de febrero de 2023, de <https://www.crmca.com/wp-content/uploads/2016/08/CIP-35-Spanish.pdf>
- Cuasi experimentos. (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2023, de <https://ccp.ucr.ac.cr/cursoweb/242cuas.htm>
- Heredia Lobón, R. W. (2021). Comportamiento físico- mecánico del concreto con adición microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores provincia y región Arequipa. Arequipa - Perú. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13719/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Heredia\\_Lob%C3%B3n\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13719/1/IV_FIN_105_TE_Heredia_Lob%C3%B3n_2021.pdf)
- Perez Santos, E. I. (2023). Evaluación del Concreto Reforzado con Fibra de Polipropileno y Aditivo Plastificante. Pimentel – Perú.
- Probacons S.A. (2017, diciembre 21). Concreto con aire incluido. <https://www.probacons.com/concreto-con-aire-incluido/>
- Tagle Arizaga, A. F., & Zapana Matheus, L. K. (2017). Evaluación Del Deterioro Del Concreto Con Contenidos Variables De Aire Incorporado Y Fibras De Polipropileno Sometido A Congelamiento A Edades Tempranas. Arequipa - Perú. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2cdde30b-f804-49bd-9173-9ba169dc96d3/content>

Villablanca, V. (2006). Influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón.

## **ANEXOS**

**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**ENSAYOS EN LABORATORIOS**



CARACTERIZACION

REFERENCIA  
SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO  
UBICACIÓN  
FECHA

---

---

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

1.2 Agregado Fino:

1.3 Agregado Grueso:

1.4 Docificación de mezcla de concreto:

1.5 Agua:

---

---

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 Próceres N° 703, Pasco.

 (063) 422197

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

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



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



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTES

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

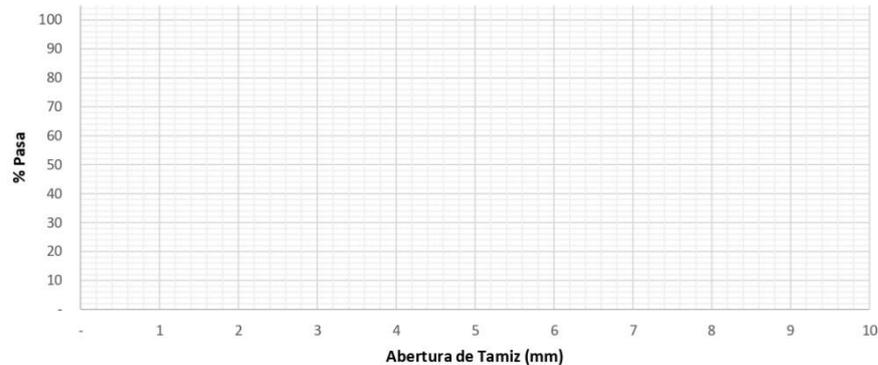
UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500							
N° 4	4.750							
N° 8	2.360							
N° 16	1.180							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
FONDO	-							
		0.000	0.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							-	

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

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

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



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



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTES

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

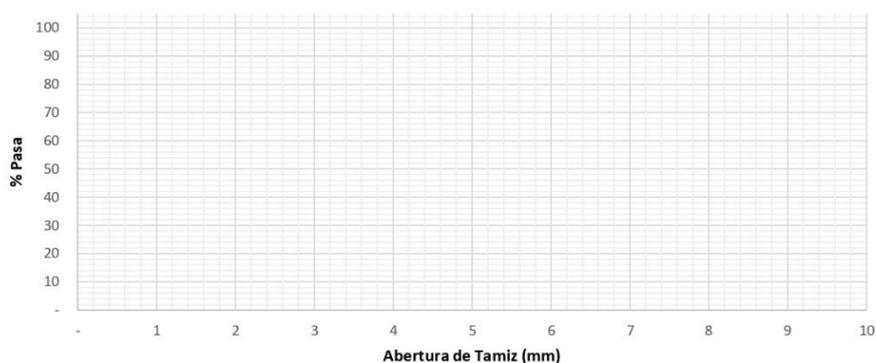
UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500							
N° 4	4.750							
N° 8	2.360							
N° 16	1.180							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
FONDO	-							
		0.000	0.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							-	

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

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



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



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg				
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg				
Peso del recipiente	kg				
Peso de muestra en estado suelto	kg				
Peso de muestra en estado compactado	kg				
volumen del recipiente	m3				
Peso unitario suelto	kg/m3				
Peso unitario compactado	kg/m3				

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.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



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



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr				
Peso del pignometro lleno de agua	gr				
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr				
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr				
Peso especifico aparente	gr/cm <sup>3</sup>				
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm <sup>3</sup>				
Peso especifico masa seca	gr/cm <sup>3</sup>				
Absorcion	%				

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.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe





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



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

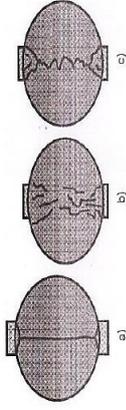
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO  
 UBICACIÓN  
 FECHA

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

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO



**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 INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA 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  
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

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 ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)

OBSERVACIONES:

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) 422.197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO: “Mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando incorporador de aire y microfibras para climas fríos, Pasco 2023”**

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo influye los aditivos incorporador de aire y microfibras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para climas fríos, Pasco 2023?</p> <p><b>Problema Específicos:</b></p> <p>¿Cómo será la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023?</p> <p>¿Cómo será la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023?</p> <p>¿Cómo será la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la influencia de los aditivos incorporador de aire y microfibras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Determinar la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p> <p>Determinar la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p> <p>Determinar la utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Si determinamos la influencia del de los aditivos incorporador de aire y microfibras, lograremos mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en climas fríos, Pasco 2023</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <p>La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la compresión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p> <p>La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la tracción indirecta del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p> <p>La utilización de los aditivos incorporador de aire y microfibras en proporciones apropiadas, mejorara en la resistencia a la flexión del concreto para climas fríos, Pasco 2023.</p>	<p><b>Variables Independientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incorporador de aire</li> <li>✓ Microfibras</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5% de Microfibras; 2.5 de incorporador de aire.</li> </ul> <p><b>Variables Dependientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Propiedades físicas y mecánicas del concreto.</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia a la compresión</li> <li>✓ Resistencia a la Tracción indirecta</li> <li>✓ Resistencia a la Flexión</li> <li>✓ Trabajabilidad del concreto.</li> <li>✓ Tipo de fallas del concreto.</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Aplicada .</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>Explicativa.</p> <p><b>Método de investigación:</b></p> <p>Científico</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>Población:</b></p> <p>108 muestras para ser analizadas en laboratorio</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra está constituida por 36 probetas para compresión, 36 probetas para tracción indirecta y 36 vigas para flexión.</p>

FUENTE: Elaboración Propia

## PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N°01: Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.



Fotografía N°02: Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.



Fotografía N°03: Peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos.



Fotografía N°04: Peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos.



Fotografía N°05: Peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos.



Fotografía N°06: Peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos.



Fotografía N°07: Peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos.



Fotografía N°08: Peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos.



Fotografía N°09: Selección de cantidad de material para ser ensayado.



Fotografía N°10: caracterización y cuarteo de los agregados.



Fotografía N°11: caracterización y cuarteo de los agregados.



Fotografía N°12: obtención de resultados de las muestras secado en el horno.



Fotografía N°13: Ensayo de peso específico y absorción del agregado



Fotografía N°14: Ensayo de peso específico y absorción del agregado



Fotografía N°15: Ensayo de peso específico y absorción del agregado



Fotografía N°16: caracterización y cuarteo de los agregados.



Fotografía N° 17: Ensayo de peso específico y absorción del agregado



Fotografía N° 18: caracterización y cuarteo de los agregados.



Fotografía N°19: Ensayo de peso específico y absorción del agregado



Fotografía N°20: Ensayo de peso específico y absorción del agregado



Fotografía N°21: obtención de resultados de las muestras secado en el horno.



Fotografía N°22: : obtención de resultados de las muestras secas.



Fotografía N°23: Dosificación de los agregados para diseño de mezcla.



Fotografía N°24: Dosificación del cemento para diseño de mezcla.



Fotografía N°25: Dosificación de agua para diseño de mezcla.



Fotografía N°26: Dosificación de microfibras para diseño de mezcla.



Fotografía N°27: Dosificación de aditivo incorporador de aire para diseño de mezcla.



Fotografía N°29: proceso de ensayo cono de Abrams.



Fotografía N°30: proceso de medición el asentamiento del concreto.



Fotografía N°31: proceso de toma de temperatura del concreto en estado fresco.



Fotografía N°32: proceso de elaboración de probetas de 4" x 8"



Fotografía N°33: proceso del ensayo de la incorporación de aire al concreto.



Fotografía N°34: proceso del ensayo de la incorporación de aire al concreto.



Fotografía N°35: proceso del ensayo de vigas de concreto.



Fotografía N°36: proceso de curado las probetas de concreto.



Fotografía N°37: proceso de toma de medidas y peso de las probetas de concreto.



Fotografía N°37: proceso de toma de medidas y peso de las probetas de concreto.



Fotografía N°38: proceso de ensayo las probetas de concreto para resistencia a la compresión.



Fotografía N°39 proceso de controlar la velocidad en el ensayo de las probetas de concreto para resistencia a la compresión.



Fotografía N°40: proceso de ensayo las probetas de concreto para resistencia a la compresión.



Fotografía N°41 evaluación del tipo de rotura en el ensayo de las probetas de concreto para resistencia a la compresión.



Fotografía N°42 evaluación del tipo de rotura en el ensayo de las probetas de concreto para resistencia a la compresión.