

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Evaluación de la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Alvarez Berrospi, Angel Paulino

ASESOR: Huamán Cuespán, Carlos Esteban

HUÁNUCO – PERÚ

2024

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería de la construcción

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título  
 Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47839174

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42289817

Grado/Título: Doctor en ciencias ambientales y  
 desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-9668-6670

**DATOS DE LOS JURADOS:**

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES                     | GRADO   | DNI      | Código ORCID        |
|----|---|---|----------|---------------------|
| 1  | Jacha Rojas, Johnny Prudencio           | Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible                                | 40895876 | 0000-0001-7920-1304 |
| 2  | Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda | Máster en dirección de proyectos  | 73645168 | 0009-0001-0745-5433 |
| 3  | Trujillo Ariza, Yelen Lisseth           | Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental | 70502371 | 0000-0002-5650-3745 |

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:30 horas del día **jueves 03 de octubre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- |  |            |
|--|------------|
| ➤ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS           | PRESIDENTE |
| ➤ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | SECRETARIA |
| ➤ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA           | VOCAL      |

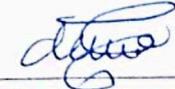
Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2097-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *11* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *10:27* horas del día **03 del mes de octubre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJÁS  
DNI: 40895876  
ORCID: 0000-0001-7920-1304  
**PRESIDENTE**

  
MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA  
DNI: 73645168  
ORCID: 0009-0001-0745-5433  
**SECRETARIO (A)**

  
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA  
DNI: 40502371  
ORCID: 0000-0002-5650-3745  
**VOCAL**



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI, de la investigación titulada “Evaluación de la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023”, con asesor CARLOS ESTEBAN HUAMAN CUESPAN, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1069-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 22 de agosto de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

# 60. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

5%

2

[repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

3

[repositorio.udh.edu.pe](http://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

4

[repositorio.unal.edu.co](http://repositorio.unal.edu.co)

Fuente de Internet

2%

5

[repositorio.upla.edu.pe](http://repositorio.upla.edu.pe)

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## DEDICATORIA

A mis queridos padres, pilares inquebrantables de amor y apoyo, les dedico esta investigación con profundo agradecimiento. Su sacrificio, dedicación y aliento constante han sido la fuerza que me impulsa a alcanzar mis metas. Este logro es también el suyo, y cada página está impregnada con la influencia positiva que han tenido en mi vida.

A mi amada familia, cuyo respaldo y comprensión han sido mi refugio en los momentos desafiantes, les dedico este trabajo como un tributo a la unidad y fortaleza que compartimos. Su amor incondicional es el cimiento sobre el cual construyo mis sueños.

A mis entrañables amigos, quienes han sido testigos de mi crecimiento y han compartido risas, alegrías y desafíos a lo largo de esta travesía, les dedico este trabajo con gratitud. Su amistad ha enriquecido mi experiencia universitaria y ha añadido color a cada capítulo de esta historia.

Que este trabajo sea un pequeño reflejo de la gratitud que siento hacia mis padres, mi familia y mis amigos. Su presencia en mi vida ha hecho posible este logro, y cada línea escrita lleva consigo el eco de su amor y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mi casa universitaria por desarrollarme en lo académico y personal. Esta institución ha sido un faro de conocimiento, un espacio donde he cultivado no solo habilidades académicas, sino también valores fundamentales que llevaré conmigo a lo largo de mi vida.

A mis estimados profesores, les estoy agradecido por su dedicación y por compartir su vasto conocimiento conmigo y mis compañeros. Sus enseñanzas han sido inspiradoras y han dejado una marca indeleble en mi formación académica. Aprecio su paciencia, orientación y el impacto positivo que han tenido en mi crecimiento.

A mis queridos colegas, quienes han compartido conmigo este viaje académico, les agradezco por la colaboración, el intercambio de ideas y el apoyo mutuo. Juntos hemos superado desafíos, celebrado éxitos y creando recuerdos que atesoraré para siempre.

Este trabajo no solo representa el fruto de mi esfuerzo, sino también el resultado del ambiente educativo enriquecedor que la universidad, los profesores y los colegas han proporcionado. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA .....                            | II   |
| AGRADECIMIENTOS.....                         | III  |
| ÍNDICE.....                                  | IV   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                       | VII  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                       | IX   |
| RESUMEN.....                                 | XIII |
| ABSTRACT.....                                | XIV  |
| INTRODUCCIÓN.....                            | XV   |
| CAPITULO I.....                              | 17   |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....               | 17   |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE.....      | 17   |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....          | 18   |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....                | 18   |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....            | 18   |
| 1.3. OBJETIVOS.....                          | 19   |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....                | 19   |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....           | 19   |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... | 19   |
| 1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....           | 19   |
| 1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....          | 20   |
| 1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....       | 21   |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 22   |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....     | 22   |
| CAPITULO II.....                             | 24   |
| MARCO TEÓRICO .....                          | 24   |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 24   |

|                                       |   |    |
|---------------------------------------|---|----|
| 2.1.1.                                | ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....              | 24 |
| 2.1.2.                                | ANTECEDENTES NACIONALES .....                   | 25 |
| 2.1.3.                                | ANTECEDENTES LOCALES.....                       | 27 |
| 2.2.                                  | BASES TEÓRICAS .....                            | 29 |
| 2.2.1.                                | CONCRETO.....                                   | 29 |
| 2.2.2.                                | ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....  | 32 |
| 2.2.3.                                | CALOR.....                                      | 34 |
| 2.2.4.                                | CAUCHO.....                                     | 35 |
| 2.3.                                  | DEFINICIONES CONCEPTUALES .....                 | 41 |
| 2.4.                                  | HIPÓTESIS.....                                  | 43 |
| 2.4.1.                                | HIPÓTESIS GENERAL .....                         | 43 |
| 2.4.2.                                | HIPÓTESIS ESPECIFICA.....                       | 43 |
| 2.5.                                  | VARIABLES.....                                  | 44 |
| 2.5.1.                                | VARIABLE DEPENDIENTE .....                      | 44 |
| 2.5.2.                                | VARIABLE INDEPENDIENTE.....                     | 44 |
| 2.6.                                  | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....            | 45 |
| CAPITULO III .....                    |   | 46 |
| METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN ..... |   | 46 |
| 3.1.                                  | TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                     | 46 |
| 3.1.1.                                | ENFOQUE .....                                   | 46 |
| 3.1.2.                                | ALCANCE O NIVEL .....                           | 46 |
| 3.1.3.                                | DISEÑO .....                                    | 46 |
| 3.2.                                  | POBLACIÓN Y MUESTRA .....                       | 47 |
| 3.2.1.                                | POBLACIÓN .....                                 | 47 |
| 3.2.2.                                | MUESTRA.....                                    | 47 |
| 3.3.                                  | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 48 |
| 3.3.1.                                | PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....               | 48 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....              | 48 |
| 3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS..... | 48 |
| CAPITULO IV.....                                       | 49 |
| RESULTADOS.....  | 49 |
| 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....                      | 49 |
| 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....          | 58 |
| 4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL .....                         | 58 |
| 4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1 .....                    | 61 |
| 4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.....                     | 64 |
| 4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.....                     | 67 |
| CAPITULO V.....  | 71 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....                           | 71 |
| CONCLUSIONES .....                                     | 74 |
| RECOMENDACIONES.....                                   | 75 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                        | 76 |
| ANEXOS.....  | 82 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Requisitos para agua de mezcla.....   | 31 |
| Tabla 2 Granulometría para agregado fino.....                                       | 32 |
| Tabla 3 Granulometría para agregado grueso.....                                     | 32 |
| Tabla 4 Propiedades físicas y químicas del caucho Natural.....                      | 37 |
| Tabla 5 Cantidad de muestras a realizar.....  | 47 |
| Tabla 6 F'c del concreto a temperatura ambiente a 3 días.....                       | 49 |
| Tabla 7 F'c del concreto a temperatura ambiente 7 3 días.....                       | 49 |
| Tabla 8 F'c del concreto a temperatura ambiente a 14 días.....                      | 49 |
| Tabla 9 F'c del concreto a temperatura ambiente a 28 días.....                      | 50 |
| Tabla 10 Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura ambiente.....    | 50 |
| Tabla 11 F'c del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 28 días.....              | 51 |
| Tabla 12 F'c del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 7 días.....               | 51 |
| Tabla 13 F'c del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 14 días.....              | 52 |
| Tabla 14 F'c del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 28 días.....              | 52 |
| Tabla 15 Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura de 75°C.....     | 52 |
| Tabla 16 F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 3 días.....              | 53 |
| Tabla 17 F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 7 días.....              | 54 |
| Tabla 18 F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 14 días.....             | 54 |
| Tabla 19 F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 28 días.....             | 54 |
| Tabla 20 Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura de 100°C.....    | 55 |
| Tabla 21 F'c del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 3 días.....              | 56 |
| Tabla 22 F'c del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 7 días.....              | 56 |
| Tabla 23 F'c del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 14 días.....             | 56 |
| Tabla 24 F'c del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 28 días.....             | 57 |
| Tabla 25 Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura de 125°C.....    | 57 |
| Tabla 26 F'c del concreto control y el promedio expuesto a 75°C, 100°C y 125°C..... | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 27 Comparación de los $F'c$ del concreto control y el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y 125°C..... | 59 |
| Tabla 28 Normalidad de los $F'c$ del concreto control y el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y 125°C.....  | 60 |
| Tabla 29 Prueba “t” aplicada a los grupos .....   | 61 |
| Tabla 30 $F'c$ del concreto control y el expuesto a 75°C.....   | 61 |
| Tabla 31 Comparación de los $F'c$ del concreto control y el expuesto a 75°C.<br>.....                                 | 62 |
| Tabla 32 Normalidad de los $F'c$ del concreto control y el expuesto a 75°C.   | 63 |
| Tabla 33 Prueba “t” aplicada a los grupos .....   | 64 |
| Tabla 34 $F'c$ del concreto control y el expuesto a 100°C.....  | 64 |
| Tabla 35 Comparación de los $F'c$ del concreto control y el expuesto a 100°C.<br>.....                                | 65 |
| Tabla 36 Normalidad de los $F'c$ del concreto control y el expuesto a 100°C   | 66 |
| Tabla 37 Prueba “t” aplicada a los grupos .....   | 67 |
| Tabla 38 $F'c$ del concreto control y el expuesto a 125°C.....  | 67 |
| Tabla 39 Comparación de los $F'c$ del concreto control y el expuesto a 125°C.<br>.....                                | 68 |
| Tabla 40 Normalidad de los $F'c$ del concreto control y el expuesto a 125°C   | 69 |
| Tabla 41 Prueba “t” aplicada a los grupos .....   | 70 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Figura 1  | Proporciones de materiales usados en la producción de concreto por volumen ..... | 30  |
| Figura 2  | Tipos de Cemento Portland .....  | 31  |
| Figura 3  | Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo .....                 | 33  |
| Figura 4  | Ensayo de Resistencia a la compresión .....                                      | 33  |
| Figura 5  | Tipos de fractura de las probetas .....  | 34  |
| Figura 6  | Obtención del caucho natural por el proceso del sangrado .....                   | 37  |
| Figura 7  | Componentes estructurales de un neumático.....                                   | 41  |
| Figura 8  | Resultado del F'c a temperatura ambiente a 28 días. ....                         | 51  |
| Figura 9  | Resultado del F'c a temperatura expuesto a 75°C a 28 días. ....                  | 53  |
| Figura 10 | Resultado del F'c a temperatura expuesto a 100°C a 28 días. ..                   | 55  |
| Figura 11 | Resultado del F'c a temperatura expuesto a 125°C a 28 días. ..                   | 58  |
| Figura 12 | Comparación de las F'c de los resultados.....                                    | 59  |
| Figura 13 | Comparación de las F'c de los resultados.....                                    | 62  |
| Figura 14 | Comparación de las F'c de los resultados.....                                    | 65  |
| Figura 15 | Comparación de las F'c de los resultados.....                                    | 68  |
| Figura 16 | Adición del desmoldante a los moldes cilíndricos de 20 x 10 cm de diámetro.....  | 115 |
| Figura 17 | Selección del agregado fino.....   | 115 |
| Figura 18 | Selección del agregado Grueso.....   | 116 |
| Figura 19 | Pesado del agregado Grueso .....   | 116 |
| Figura 20 | Pesaje de los agregados .....  | 117 |
| Figura 21 | Medición del agua potable para el concreto .....                                 | 117 |
| Figura 22 | Pesaje del cemento tipo I.....   | 118 |
| Figura 23 | Medición del 3% de caucho reciclado.....   | 118 |
| Figura 24 | Adición del agregado grueso al trompo mezclador .....                            | 119 |
| Figura 25 | Adición del agregado fino al trompo mezclador .....                              | 119 |
| Figura 26 | Adición del agua al trompo mezclador .....                                       | 120 |
| Figura 27 | Adición del cemento tipo I al trompo mezclador .....                             | 120 |
| Figura 28 | Adición del 3 % de caucho reciclado de neumáticos al trompo mezclador .....      | 121 |
| Figura 29 | Ensayo del SLUMP .....   | 121 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Figura 30 | Ensayo del SLUMP .....   | 122 |
| Figura 31 | Elaboración de las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos..... | 122 |
| Figura 32 | Proceso de fraguado de probetas cilíndricas.....   | 123 |
| Figura 33 | Curado de las muestras cilíndricas .....   | 123 |
| Figura 34 | Horno y sensores de temperatura para someter a altas temperaturas.....                           | 124 |
| Figura 35 | Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 3 días .....                           | 124 |
| Figura 36 | Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 3 días .....                          | 125 |
| Figura 37 | Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 3 días .....                          | 125 |
| Figura 38 | Probetas cilíndricas que serán expuestas a 75,100 y 125 °C después de 7 días.....                | 126 |
| Figura 39 | Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 7 días .....                           | 126 |
| Figura 40 | Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 7 días .....                          | 127 |
| Figura 41 | Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 7 días .....                          | 127 |
| Figura 42 | Probetas cilíndricas que serán expuestas a 75,100 y 125 °C después de 14 días.....               | 128 |
| Figura 43 | Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 14 días .....                          | 128 |
| Figura 44 | Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 14 días .....                         | 129 |
| Figura 45 | Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 14 días .....                         | 129 |
| Figura 46 | Probetas cilíndricas que serán expuestas a 75,100 y 125 °C después de 28 días.....               | 130 |
| Figura 47 | Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 28 días .....                          | 130 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 48 Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 28 días .....       | 131 |
| Figura 49 Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 28 días .....       | 131 |
| Figura 50 Rotura de las muestras a los 3 días (Patrón).....                              | 132 |
| Figura 51 Rotura de las muestras a los 3 días (Patrón).....                              | 132 |
| Figura 52 Rotura de las muestras a los 7 días (Patrón).....                              | 133 |
| Figura 53 Rotura de las muestras a los 7 días (Patrón).....                              | 133 |
| Figura 54 Rotura de las muestras a los 14 días (Patrón).....                             | 134 |
| Figura 55 Rotura de las muestras a los 14 días (Patrón).....                             | 134 |
| Figura 56 Rotura de las muestras a los 28 días (Patrón).....                             | 135 |
| Figura 57 Rotura de las muestras a los 28 días (Patrón).....                             | 135 |
| Figura 58 Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 75°C .....  | 136 |
| Figura 59 Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 75°C .....  | 136 |
| Figura 60 Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 100°C ..... | 137 |
| Figura 61 Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 100°C ..... | 137 |
| Figura 62 Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 125°C ..... | 138 |
| Figura 63 Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 125°C ..... | 138 |
| Figura 64 Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 75°C .....  | 139 |
| Figura 65 Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 75°C .....  | 139 |
| Figura 66 Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 100°C ..... | 140 |
| Figura 67 Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 100°C ..... | 140 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 68 Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 125°C.....  | 141 |
| Figura 69 Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 125°C.....  | 141 |
| Figura 70 Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 75°C.....  | 142 |
| Figura 71 Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 75°C.....  | 142 |
| Figura 72 Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 100°C..... | 143 |
| Figura 73 Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 100°C..... | 143 |
| Figura 74 Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 125°C..... | 144 |
| Figura 75 Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 125°C..... | 144 |
| Figura 76 Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 75°C.....  | 145 |
| Figura 77 Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 75°C.....  | 145 |
| Figura 78 Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 100°C..... | 146 |
| Figura 79 Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 100°C..... | 146 |
| Figura 80 Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 125°C..... | 147 |
| Figura 81 Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 125°C..... | 147 |

## RESUMEN

El trabajo de investigación se enfocó en mejorar la resistencia a la compresión del concreto mediante la adición de un 3% de caucho reciclado de neumáticos donde tuvo como objetivo principal de evaluar cómo esta modificación afecta la capacidad del concreto para soportar cargas compresivas bajo diferentes temperaturas, específicamente 75°C, 100°C y 125°C; donde se realizó la preparación de muestras de concreto con la inclusión del caucho reciclado, seguida de pruebas experimentales para analizar la resistencia a la compresión en condiciones térmicas elevadas. El estudio buscó identificar el impacto de la adición de caucho reciclado en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto y si este efecto se mantiene o varía a temperaturas elevadas, donde obtuvo como resultados al añadir un 3% de caucho reciclado de neumáticos el grupo control con temperatura ambiente de 26°C obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras con 3% de caucho reciclado de neumáticos expuestas a temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C obtuvieron los resultados de 214.50 kgf/cm<sup>2</sup>; 216.76 kgf/cm<sup>2</sup> y 219.78 kgf/cm<sup>2</sup>; concluyendo así la investigación que las muestras expuestas en temperaturas elevadas tienen una mejora significativa con respecto a la resistencia a la compresión con respecto a la muestra en condiciones ambientales normales, proporcionando así información valiosa sobre la viabilidad de utilizar caucho reciclado como un componente para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, especialmente cuando se enfrenta a condiciones de temperatura elevada. Estos hallazgos son significativos para aplicaciones prácticas en la construcción, considerando tanto la sostenibilidad como la mejora de propiedades mecánicas del material.

**Palabras clave:** Concreto, altas temperaturas, compresión axial, caucho reciclado, calor.

## ABSTRACT

The research work focused on improving the compressive strength of concrete by adding 3% of recycled rubber from tires where the main objective was to evaluate how this modification affects the ability of concrete to withstand compressive loads under different temperatures. specifically 75°C, 100°C and 125°C; where the preparation of concrete samples was carried out with the inclusion of recycled rubber, followed by experimental tests to analyze the compressive strength under high thermal conditions. The study sought to identify the impact of the addition of recycled rubber on the improvement of the compressive strength of concrete and whether this effect is maintained or varies at elevated temperatures, where the results obtained by adding 3% of recycled rubber from tires were the control group with an ambient temperature of 26°C obtained an average of 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, while the samples with 3% recycled rubber from tires exposed to temperatures of 75°C, 100°C and 125°C obtained results of 214.50 kgf/cm<sup>2</sup>; 216.76 kgf/cm<sup>2</sup> and 219.78 kgf/cm<sup>2</sup>; The research thus concludes that samples exposed to elevated temperatures have a significant improvement with respect to compressive strength with respect to the sample under normal environmental conditions, thus providing valuable information on the feasibility of using recycled rubber as a component to improve resistance. to the compression of concrete, especially when faced with elevated temperature conditions. These findings are significant for practical applications in construction, considering both sustainability and the improvement of mechanical properties of the material.

**Keywords:** Concrete, high temperatures, axial compression, recycled rubber, heat.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se sumerge en la búsqueda de soluciones innovadoras para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, un componente esencial en la construcción de infraestructuras. En un esfuerzo por abordar tanto la necesidad de incrementar la robustez estructural como la creciente preocupación por la gestión sostenible de residuos, este estudio se enfoca en la introducción de un material alternativo: el caucho reciclado de neumáticos. La idea central de esta investigación radica en evaluar el impacto de la adición del 3% de caucho reciclado de neumáticos en las propiedades de resistencia axial del concreto. Este componente, derivado de materiales reciclados, no solo promueve la reutilización de residuos, sino que también presenta la oportunidad de mejorar las características mecánicas del concreto.

El enfoque particular de este estudio recae en la respuesta del concreto modificado frente a temperaturas elevadas, un factor crítico en entornos donde las estructuras pueden estar expuestas a condiciones térmicas extremas. Se proyecta analizar las variaciones en la resistencia a la compresión cuando las muestras de concreto con caucho reciclado son sometidas a temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C. La combinación de la necesidad de fortalecer el concreto y la creación de prácticas más sostenibles en la construcción constituye la motivación central de esta investigación. Se espera que los resultados obtenidos no solo contribuyan al avance en la ingeniería de materiales, sino que también fomenten la adopción de enfoques más respetuosos con el medio ambiente en la industria de la construcción.

La investigación esta dividida en capítulos, donde en el capítulo I se encontrará la descripción de la problemática de investigación y la formulación de los problemas y objetivos de estudio así como también las justificaciones, limitaciones y viabilidad del estudio; en el capítulo II se encontrará estudios relacionados al estudios y las bases teóricas que darán sustento teórico a la investigación; en el capítulo III se encuentra la metodología de investigación que se usó para el desarrollo de la investigación, se detalla su enfoque, alcance y nivel; en el capítulo IV se encuentra la presentación de resultados primeramente desde una estadística descriptiva mediante tablas y figuras, así

como también se encontrara la contrastación de hipótesis utilizando la estadística aplicada a la investigación tanto para la hipótesis general y específicas; en el capítulo V se encuentra la discusión de resultados que se realizó con los antecedentes considerados en la investigación; posteriormente a este capítulo se encontrará las conclusiones y recomendaciones que llegó la investigación, así como los anexos de investigación como material complementario donde fue verificado por profesionales del área.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE

El trabajo de investigación buscó evaluar la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, en la ciudad de Huánuco en el año 2023; ya que la resistencia a la compresión del concreto es una medida fundamental que indica la capacidad del concreto para soportar cargas que tienden a reducir su tamaño, por lo que se tienen que realizar pruebas estándar, en las cuales se aplica una carga axial progresiva sobre especímenes cilíndricos o cúbicos de concreto hasta que se produce la falla, donde para buscar una mejora se añadió el caucho reciclado de neumáticos ya presenta propiedades diferentes a las del agregado convencional, lo que puede afectar de manera positiva la resistencia a altas temperaturas.

Desde una perspectiva ingenieril, esto implica consideraciones técnicas y estructurales que deben abordarse para garantizar el desempeño adecuado del material en diferentes proyectos civiles, ya que se requiere investigar y desarrollar mezclas de concreto específicas que incorporen caucho reciclado de neumáticos optimizando la resistencia a la compresión bajo altas temperaturas. En términos estructurales, es necesario evaluar como actúa el concreto con caucho reciclado a altas temperaturas mediante pruebas y análisis estructurales, ya que implica considerar la transferencia de calor, la expansión térmica y la resistencia a la compresión en condiciones de carga y temperatura variables, por lo que se sugiere establecer criterios y normativas nacionales que definan los límites de resistencia y seguridad para el concreto con caucho reciclado en situaciones de alta temperatura. Así mismo existen estudios que ya fueron realizado como el Roque (2020), quien en su afán de mejorar las propiedades mecánicas del concreto sometido a fuego de 900°C donde busco la relación entre la resistencia a la compresión y la temperatura alta de exposición, así mismo también a nivel local Olortin y Chuquiyaauri (2020), expuso al concreto a temperaturas de 190 a 210°C, 390 a 410°C, 580

a 600°C donde busco evaluar de la misma manera el esfuerzo a compresión del concreto al ser sometido a esas temperaturas.

La investigación no abordó el estudio de otras propiedades mecánicas del concreto como el módulo de elasticidad y la de resistencia a la flexión y tracción; se enfocó netamente en la evaluación de la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, ya que se buscó saber cómo se comporta el concreto con la adición del caucho reciclado de neumáticos y su exposición de estas a altas temperaturas.

El estudio que se realizó tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de (75°C, 100°C y 125°C) de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, por lo que se considera sumamente útil, ya que puede conducir al desarrollo de materiales más resistentes, duraderos y sostenibles. Al identificar y probar nuevas adiciones o técnicas de procesamiento, como el uso de aditivos reciclados o innovaciones en el curado, esta investigación puede mejorar la capacidad del concreto para resistir cargas, reducir el impacto ambiental y aumentar su longevidad. Estos avances no solo optimizan el rendimiento estructural y la seguridad de las construcciones, sino que también pueden reducir costos de mantenimiento y construcción, promoviendo prácticas más sostenibles y eficientes en la industria de la construcción.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a 75°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?

- ¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a 100°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?
- ¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a 125°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la resistencia a la compresión sometida a 75°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.
- Determinar la resistencia a la compresión sometida a 100°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.
- Determinar la resistencia a la compresión sometida a 125°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El estudio propuesto busca una contribución al conocimiento científico, ya que plantear el siguiente trabajo de investigación sobre la mejora de la resistencia a la compresión del concreto con caucho reciclado sometido a altas temperaturas tiene como objetivo generar nuevos conocimientos en el campo de la ingeniería estructural y el uso de materiales sostenibles. Por lo que para poder darle el sustento teórico

tomó se cómo base investigaciones como el de Ospina (2021) que añadió al concreto un 10,20 y 30% de caucho reciclado para ver su comportamiento frente a fuerzas de compresión, así como también el de Santos y Román (2021) que incorporó igualmente caucho para ver su mejora, mientras que Castro (2019) expuso al concreto con adición de caucho a temperaturas elevadas entre 550 a 850°C para ver su comportamiento de este a fuerzas de compresión, al igual que Roque (2020) que sometió el concreto a 900°C para verificar en su investigación si existe un incremento o disminución de sus propiedades mecánicas, también para garantizar la correcta realización de los ensayos en la investigación se usó las normas que ayudaron a un buen control y realización del trabajo de investigación fueron la norma NPT 339.127 (ensayo de contenido de humedad de los agregados), NPT 400.012 (granulometría de los agregados), NPT 400.017 (peso unitario), NPT 400.022 (absorción) y NPT 400.019 (abrasión al desgaste de los agregados), así como el diseño de mezcla del concreto con el método de ACI, y para el control del concreto en estado fresco y endurecido se usó las normas NPT 339.035 (ensayo de Slump) y en estado endurecido como el NPT 339.034 (ensayo de compresión).

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

El presente estudio busca mejorar el esfuerzo de compresión del concreto con caucho reciclado sometido a altas temperaturas tiene un impacto directo en la durabilidad y vida útil de las estructuras. Al aumentar la resistencia a la compresión, se reducirán los riesgos de fisuras, agrietamientos y fallas estructurales en condiciones de calor extremo. Esto se traduce en una mayor confiabilidad de las estructuras y una disminución de los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Existen numerosas aplicaciones en las que el concreto debe soportar altas temperaturas, como en la construcción de chimeneas, hornos, calderas y estructuras expuestas al fuego. Al mejorar el esfuerzo a compresión del concreto con caucho reciclado sometido a altas temperaturas, se puede reducir la cantidad de material necesario para

una aplicación específica, por lo que es necesario realizar estudios y ensayos previos en laboratorio, comenzando con verificar la calidad de los agregados que conformaran el concreto, como el ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso, la granulometría de los agregados de cantera, el peso unitario, la absorción y la abrasión al desgaste de los agregados, así como la dosificación del concreto, y los controles de calidad del concreto en estado fresco con el ensayo de Slump y en estado endurecido como el ensayo de resistencia a la compresión de las muestras, todos estos ensayos con los respectivos resultados pueden ser verificados en el anexo 4.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La presente investigación que busca mejorar el esfuerzo a compresión del concreto con caucho reciclado sometido a altas temperaturas tiene un impacto directo en la seguridad de las estructuras. Al aumentar la resistencia a la compresión, se reducen los riesgos de colapso o daños estructurales, lo que contribuye a la protección de las personas que habitan o utilizan esas estructuras. Esto es especialmente relevante en áreas propensas a condiciones de alta temperatura, como zonas sísmicas o donde hay riesgo de incendios. Así mismo el uso de caucho reciclado de neumáticos en el concreto mejora la sostenibilidad de la construcción al reducir la cantidad de residuos y disminuir la extracción de materias primas naturales. Al mejorar la resistencia a la compresión del concreto con caucho reciclado en condiciones de alta temperatura, se fomenta aún más la adopción de prácticas sostenibles en la industria de la construcción así como también se tiene un impacto positivo en el medio ambiente y contribuye a la reducción de la huella de carbono. También al usar nuestra alternativa de solución busca reducir la necesidad de reparaciones y reemplazos frecuentes, lo que a su vez disminuye los costos de mantenimiento a largo plazo.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ No contar con una planta de tratamiento y reutilización de neumáticos de vehículos.
- ✓ El estudio solo trabajó con adición de 3% de reciclado de neumáticos del concreto, así mismo se tomó las temperaturas de 75 °C, 100°C y 125°C para exponer el concreto.
- ✓ No contar con normas específicas a nivel nacional sobre concretos expuestos a temperaturas altas.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación es viable de manera:

- ✓ Técnica: La adición de caucho reciclado de neumáticos al concreto ha demostrado una viabilidad técnica positiva, especialmente cuando se somete a temperaturas de 75 °C, 100°C y 125°C, ya que este material mejora la ductilidad y su resistencia a la fisuración del concreto, proporcionando un mayor esfuerzo a compresión, además, el caucho reciclado contribuye a la sostenibilidad del material, disminuyendo la dependencia de agregados naturales y reutilizando desechos de neumáticos, así mismo el concreto con la adición de este material puede ser usada en pavimentos y estructuras expuestas al sol intenso o cercanas a fuentes de calor industrial.
- ✓ Económica: el autor de la investigación contó con los recursos económicos para desarrollar los ensayos propuestos en la investigación, así como los estudios complementarios y los gastos adicionales tanto en materiales, y profesionales que aportaron a la investigación.
- ✓ Social: La adición de caucho reciclado de neumáticos al concreto contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la cantidad de neumáticos desechados en vertederos y disminuir la extracción de recursos naturales, así mismo promueve la economía circular y crea oportunidades de empleo en la industria del reciclaje, ya que socialmente, este material puede mejorar la calidad de vida al proporcionar infraestructuras más duraderas y seguras, capaces de resistir mejor las

condiciones adversas, como el calor extremo, beneficiando a comunidades en regiones con climas cálidos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Ospina (2021), en la tesis titulada “Análisis de concreto adicionado con residuos de llanta de caucho para la elaboración de prefabricados para urbanismo”, la investigación fue realizada en la universidad militar de Nueva Granada, tuvo como objetivo determinar la viabilidad técnica de la mezcla de concreto con reemplazo parcial de agregado fino, por residuos de llantas de caucho para la elaboración de prefabricados en obras de urbanismo y así minimizar el impacto ambiental. La investigación dio como resultados del concreto con adición de caucho en un (10,20 y 30) % después de los 28 días de curado dieron como resultado promedio (21.2 – 20.9 – 20.9) Mpa. La investigación concluye que, la mezcla del concreto con adición de caucho disminuye su resistencia a la compresión hasta en un 8% ya que al hacer añadida el caucho no se adhiere junto al concreto por lo que disminuye su resistencia.

León (2022), en la tesis titulada “Análisis del comportamiento del concreto con triturado de neumático agregado en elementos no estructurales” tuvo como objetivo principal analizar el comportamiento del concreto con triturado de neumáticos reciclado como remplazo parcial del agregado, para ser utilizado en obras como andenes y pavimentos hidráulicos de zonas de urbanismo que no requieran una resistencia elevada, donde obtuvo como resultados: La resistencia a la compresión de cilindros con caucho podemos ver que el promedio de los 20 cilindros ensayados a 28 días fue de 149.57 kgf/cm<sup>2</sup> o 2127.35psi, si comparamos este valor con la resistencia esperada de 3000psi obtenemos que los cilindros alcanzaron un 70.91% de la resistencia esperada, esto debido al agregado utilizado, muy semejante a los resultados de la etapa 1. En conclusión, la resistencia promedio a 28

días de la mezcla con caucho corresponde a 2127.35 psi, podemos evidenciar que a mayor cantidad de caucho menor resistencia.

García (2022), en la tesis titulada “Aplicaciones en la construcción de prefabricados en concreto arquitectónico con agregados de grano de caucho reciclado (GCR)” tuvo como objetivo específico determinar la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto arquitectónico con agregado de caucho reciclado con la adición de un aditivo plastificante y un aditivo acelerante y evaluar sus propiedades en estado fresco, donde obtuvo como resultados: La propiedad mecánica con mayor reducción fue la resistencia a la compresión según lo han demostrado estudios anteriores, se evidenció una pérdida del 30.35 % al reemplazar el 10% en volumen del agregado grueso por grano de caucho reciclado, sin embargo, la mezcla con GCR alcanzó una resistencia a la compresión de 57.6 Mpa a los 28 días, lo cual es suficiente para una gran cantidad de aplicaciones en el campo de la construcción. El uso de aditivos y equipo mecánico para el proceso de mezclado y vibrado contribuyeron a mejorar la resistencia a la compresión. Como conclusión general se puede establecer que el reemplazo del agregado grueso por grano de caucho reciclado en un 10% por volumen es viable para la elaboración de prefabricados en concreto arquitectónico. Aunque la resistencia a la compresión se ve disminuida por la adición del agregado reciclado es posible obtener resistencias muy altas como se obtuvo en la Fase II con la mezcla CLLR PROP 02, 57.6 Mpa (8,354 Psi).

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Santos y Román (2021), en la tesis titulada “Propuesta de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de caucho y micro sílice como reemplazo parcial del agregado fino y cemento para la construcción de edificios multifamiliares sostenibles en la ciudad de Lima”, la investigación fue realizada en la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como objetivo de proponer diseños de mezcla de concreto con caucho y micro

sílice como alternativa de empleo en estructuras verticales para la construcción de edificaciones sostenibles en la ciudad de Lima. La investigación dio como resultados después de los (1,7 y 28) días de curado en la resistencia a la compresión del concreto con adición de caucho y micro sílice, dio como resistencia promedio (130.9 – 240.4 – 279.5) Kg/cm<sup>2</sup>. La investigación concluye que el caucho y la micro sílice como adición en el concreto no mejora su resistencia a la compresión 1 día muestran la pérdida en un 37% a 7 días en un 39% y en 28 días en un 20%.

Castro (2019), en la tesis titulada “Comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: polvo de caucho y vidrio sódico cálcico”, la investigación fue realizada en la universidad Señor de Sipán, tuvo como objetivo de evaluar el comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: caucho y vidrio sódico cálcico. La investigación dio como resultados promedios después de los (7,14,21 y 28) días de curado en la adición de caucho 10% dio resultados promedios de (231.08 – 266.79 – 278.31 - 293.50) kg/cm<sup>2</sup> y expuesto a una temperatura a 550-650 ° C, en 15 min dio resultados promedios de 28 días (167.26 - 151.22 - 111.15) kg/cm<sup>2</sup>, en la adición de caucho 20% dio resultados promedios de (189.80 – 218.43 - 245.31 - 274.97) kg/cm<sup>2</sup> y expuesto a una temperatura a 650-750 ° C, en 30 min dio resultados promedios de 28 días (156.21 - 130.07 - 79.60) kg/cm<sup>2</sup>, en la adición de caucho 30% dio resultados promedios de (169.78 – 190.42 – 207.34 - 212.74) kg/cm<sup>2</sup> y expuesto a una temperatura a 750-850 ° C, en 60 min dio resultados promedios de 28 días (117.61 - 98.19 - 57.35) kg/cm<sup>2</sup>. El investigador concluye con la adición del concreto con adición de caucho expuestos a temperaturas elevadas disminuyen su propiedad mecánica en la compresión.

Tito (2022), en la tesis titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  sometido a diferentes temperaturas de curado para pavimentos rígidos, Juliaca, Puno, 2022”,

la investigación fue realizada en la universidad César Vallejo, tuvo como objetivo de evaluar de las diferentes temperaturas en el curado del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca, Puno 2022. La investigación dio como resultados después a los 7,14 y 28 días sometidos a diferentes grados de temperatura (10,25 y 30) °C, dio como resistencia promedio en los 7 días (218.61 – 241.55 – 256.97) Kg/cm<sup>2</sup>, en los 14 días (247.20 – 266.49 – 293.90) Kg/cm<sup>2</sup>, en los 28 días (281.71 – 295.99 – 306.03) Kg/cm<sup>2</sup>. La investigación concluye que el concreto sometido a temperaturas elevadas al calor en un (10,25 y 30) °C incrementa su esfuerzo a compresión.

Roque (2020), en la tesis titulada “Propiedades mecánicas del concreto de mediana resistencia sometido a altas temperaturas del fuego, Lima - 2019”, la investigación fue realizada en la universidad César Vallejo, tuvo como objetivo de evaluar el nivel de influencia en las cualidades mecánicas que posee el hormigón de mediana resistencia a las altas temperaturas del fuego, Lima 2019. La investigación dio como resultados después de los 7,14 y 28 días de curado el esfuerzo a compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> sometido a una temperatura de 900°C (30, 40, 50) % dio como resistencia (83.10 – 100.40 – 126.32) Kg/cm<sup>2</sup>. La investigación concluye que el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> sometido a una temperatura de 900°C en un tiempo de una hora el concreto reduce su resistencia en un 50% a la resistencia del concreto patrón.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Olortin y Chuquiyaury (2020), en la tesis titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto al incrementar su temperatura por exposición al fuego – Huánuco”. la investigación fue realizada en la universidad Nacional Hermilo Valdizán, tuvo como objetivo de conocer el cambio propiedades mecánicas del concreto al incrementar su temperatura por exposición al fuego. La investigación dio como resultados promedios después de ser sometidos a unas temperaturas de 190 a 210°C, 390 a 410°C, 580 a 600°C a los 28 días de curado (172.90

- 125.73 - 62.32) Kg/cm<sup>2</sup>. La investigación concluye que después de haber sido sometidas a temperaturas altas de calor la resistencia baja respectivamente mientras más temperatura menos resistencia disminuyendo su resistencia a la compresión hasta en un 63.62%.

Bonifacio (2021), en su tesis titulada “Evaluación de la resistencia a compresión y flexión del concreto incorporado fibras sintéticas de neumáticos – Huánuco 2020” tuvo como objetivo principal determinar la influencia de las fibras sintéticas de neumáticos en el concreto en comparación con el concreto convencional para  $f'c=294$  kg/cm<sup>2</sup>, donde obtuvo como resultados: los resultados a compresión obtenidas por las probetas de concreto con 5% de fibras de caucho, obteniendo 226.67 kg/cm<sup>2</sup>, 264.65 kg/cm<sup>2</sup> y 311.27 kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14 y 28 días; con 10% de fibras de caucho, obteniendo 166.64 kg/cm<sup>2</sup>, 190.44 kg/cm<sup>2</sup> y 222.53 kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14 y 28 días respectivamente; con 20% de fibras de caucho, obteniendo así a los 7, 14 y 28 días, las siguientes resistencias: 111.14 kg/cm<sup>2</sup>, 118.94 kg/cm<sup>2</sup> y 130.49 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que, en cuanto a los porcentajes de evaluación para las muestras de concretos ensayos a compresión simple, no existe porcentaje óptimo que mejore esta propiedad mecánica. Es importante mencionar, que se evalúa una reducción considerable en su resistencia obtenida promedio en cuanto a mayor sea el porcentaje de caucho como material agregado.

Mallqui (2023), en su tesis titulada “Análisis de resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado. Pillco Marca, Huánuco – 2023” tuvo como objetivo específico determinar que las fibras de caucho reciclado mejoran la resistencia a la compresión del concreto, en Pillco Marca, donde obtuvo como resultados: La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2” es de 232.39 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I y con piedra chancada de 1/2” es de 245.93 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del

5.83%; adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II y con piedra chancada de 1/2" es de 246.54 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 6.09%. La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 3/4" es de 235.04 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I y con piedra chancada de 3/4" es de 248.02 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 5.52%; La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 3/4" es de 235.04 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II y con piedra chancada de 3/4" es de 249.40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 6.11%. Por lo tanto, se concluye que si aumenta la resistencia a la compresión incluso para los dos tamaños de fibras de caucho y para los dos tamaños de piedra chancada.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

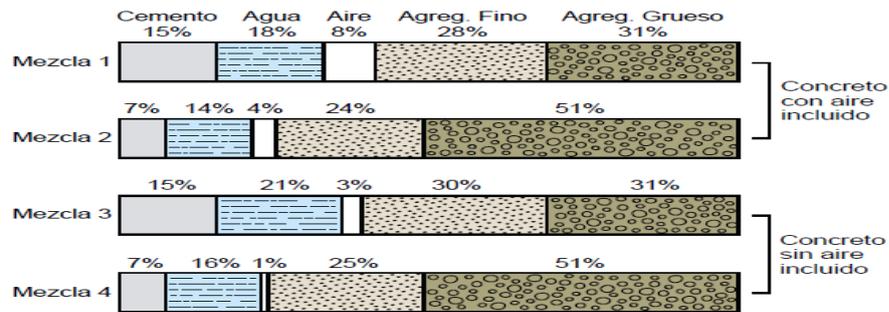
### **2.2.1. CONCRETO**

Niño (2010) señala que el concreto se puede caracterizar como una mezcla de una sustancia aglutinante (típicamente cemento Portland hidráulico), sustancia de relleno (agregados o áridos), agua y posiblemente aditivos, que cuando se endurece forma un sólido compacto y después de un cierto período de tiempo es capaz de resistir gran esfuerzo de compresión. Por su increíble versatilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener, sus propiedades físicas y mecánicas para ser utilizado como elemento estructural y su economía, que lo hacen muy competente frente a las construcciones en madera, mampostería o acero, se ha convertido en el material de construcción más utilizado en el mundo. El concreto se fabrica a partir de un diseño de mezcla, lo que implica elegir los componentes que están fácilmente disponibles (cemento, áridos, agua con o sin aditivos) y ajustar sus proporciones entre sí para producir, lo más económicamente una mezcla

con el nivel necesario de trabajabilidad que, cuando se endurece adecuadamente, adquirirá la resistencia, la durabilidad, la unidad de masa, la estabilidad del volumen y las propiedades estéticas adecuadas.

**Figura 1**

*Proporciones de materiales usados en la producción de concreto por volumen*



*Nota.* La figura muestra las proporciones de materiales de concreto. Fuente: Becerra (s.f.).

### 2.2.1.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

- **Cemento**

Niño (2010) indica que debido a que reaccionan químicamente con el agua para crear una sustancia con excelentes propiedades aglutinantes, los cementos hidráulicos tienen la propiedad de fraguar y endurecerse en presencia de agua. El cemento Portland hidráulico, que tiene cualidades de adhesión y cohesión que permiten que los agregados se unan para formar concreto, es el tipo más utilizado. Estas características están determinadas por la composición química de la sustancia, el nivel de hidratación, el tamaño de las partículas, la velocidad de fraguado, el calor de hidratación y el potencial de resistencia mecánica.

**Figura 2**

*Tipos de Cemento Portland*



*Nota.* La figura muestra los tipos de cementos. Fuente: Tapia (2021).

- **Agua**

Según la NTP 339.088 (2019) para que el concreto tenga su resistencia requería el agua tiene que ser potable libre de impurezas.

**Tabla 1**

*Requisitos para agua de mezcla*

| Descripción  | Límites permisibles |
|--|---------------------|
| <b>Solidos en suspensión</b>   | 500 ppm Máximo      |
| <b>Materia orgánica</b>  | 3 ppm Máximo        |
| <b>Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NAHCO3)</b> | 1000 ppm Máximo     |
| <b>Sulfatos (Ion SO4)</b>  | 600 ppm Máximo      |
| <b>Cloruros (Ion Cl)</b>   | 1000 ppm Máximo     |
| <b>PH</b>  | Entre 5.5 y 8.00    |

*Nota.* Requisitos para el concreto, NTP 339.088,2019, citado en Tapia, 2021, p. 38

### 2.2.1.2. AGREGADOS

- **Agregado Fino**

Según la NTP 400.037 (2018) nos menciona que este agregado se extrae de forma natural o artificial que pasa por el tamiz (3/8 pulg).

**Tabla 2***Granulometría para agregado fino*

| Tamiz             | Porcentaje que pasa    |
|-------------------|------------------------|
| 9,5 mm (3/8 pulg) | 100                    |
| 4,75 mm (N°.4)    | 95 a 100               |
| 2,36 mm (N°.8)    | 85 a 100               |
| 1,18 mm (N°.16)   | 50 a 85                |
| 600 um (N°.30)    | 25 a 60                |
| 300 um (N°.50)    | 5 a 30                 |
| 150 um (N°.100)   | 0 a 10                 |
| 75 um (N°.200)    | 0 a 3,0 <sup>A.B</sup> |

*Nota.* Granulometría del agregado fino, NTP 400.037,2018, p. 8.

- **Agregado Grueso**

Establecido como rocas que se pueden establecer como piedras chancadas, Agregado grueso se define al material retenido en el tamiz N°4.

**Tabla 3***Granulometría para agregado grueso*

| Tamiz            | Porcentaje que pasa |
|------------------|---------------------|
| 9,5 mm (1 pulg)  | 100                 |
| 19,00 mm (3/4")  | 90 a 100            |
| 12,500 mm (1/2") | 47 a 75             |
| 9,500 mm (3/8")  | 20 a 55             |
| 4,750um (N° 4)   | 0 a 10              |
| 2,360 um (N° 8)  | 0 a 50              |

*Nota.* Granulometría del material grueso, NTP 400.037,2018, p. 8.

## 2.2.2. ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según Niño (2010) la resistencia a la compresión se mide con una prensa, que aplica carga sobre la superficie superior del cilindro a una velocidad especificada mientras ocurre la falla. La operación tarda entre 2 y 3 minutos y la carga a la que falla la probeta queda registrada en un tablero; este valor se divide por el área de la sección transversal del cilindro obteniéndose así el esfuerzo de rotura del concreto.

$$f'_c = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A}$$

$f'c$  = Resistencia a la compresión

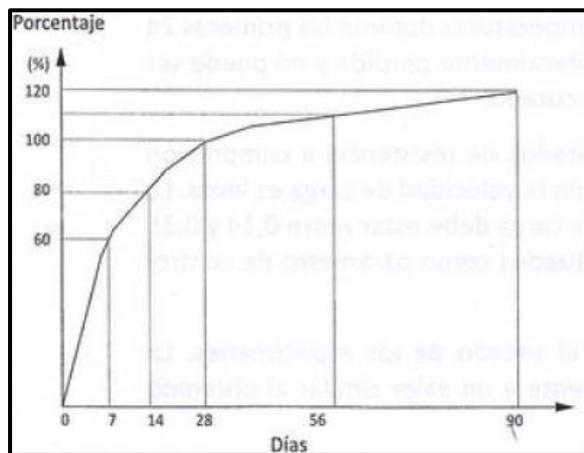
P máx. = Carga Máxima

A= Área de la Superficie de Carga

Se toma como base la resistencia máxima a la compresión a los 28 días, el aumento promedio de la resistencia con el tiempo es aproximadamente la que se indica gráficamente, en el caso de los concretos preparados con cemento tipo I.

**Figura 3**

*Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo*



*Nota.* Se muestra la relación del  $F'c$  en función del tiempo. Fuente: Niño (2010).

**Figura 4**

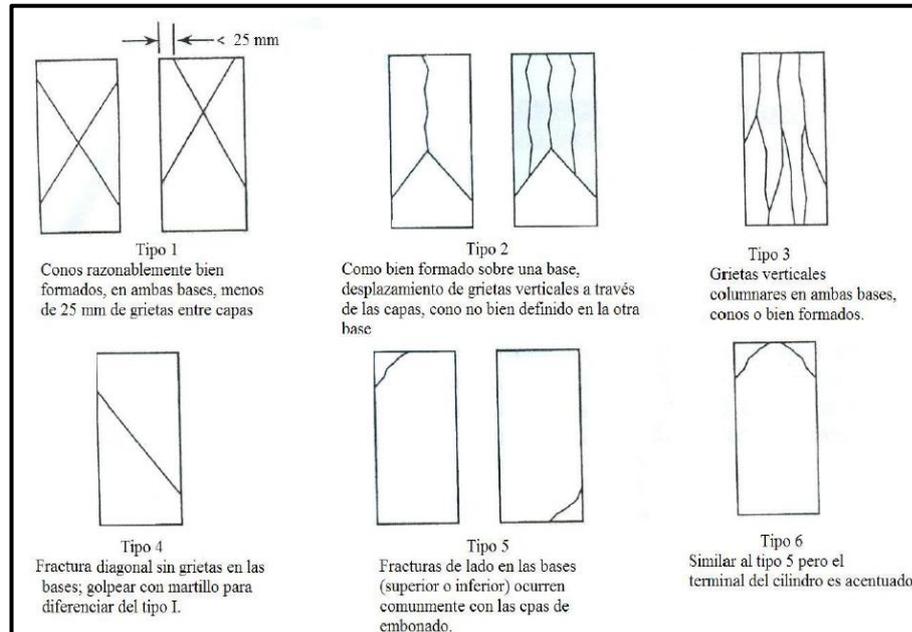
*Ensayo de Resistencia a la compresión*



*Nota.* Se observa el proceso de rotura. Fuente: Uriarte (2020).

**Figura 5**

*Tipos de fractura de las probetas*



*Nota.* Se observa los tipos de falla de rotura. Fuente: NTP 339.034 (2015).

### 2.2.3. CALOR

Según Alomá y Malaver (2007) dice que el resultado de una diferencia de temperatura, el calor se conoce como una forma de energía que se transfiere a un sistema y su entorno. Solo cuando una interacción de energía da como resultado una diferencia de temperatura, puede clasificarse como calor. Como resultado, cuando dos sistemas están a la misma temperatura no hay transferencia de calor.

Pérez et al. (2023) señala que el concreto tiene una buena resistencia a temperaturas elevadas debido a propiedades como: incombustibilidad y baja conductividad térmica. Además, no emite gases tóxicos cuando se calienta y los elementos tienen mayor masa y volumen en comparación con otros materiales como, estructuras metálicas y de madera, lo cual da como resultado que resisten por más tiempo. Por lo tanto, el concreto no forma parte fundamental del tetraedro del fuego.

### **2.2.3.1. AGREGADOS CAMBIOS FÍSICOS DEL CONCRETO AL SER SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS**

Figuroa y Bello (2018) nos mencionan que producen los siguientes cambios:

- **Micro fisuras y Cuarteaduras en Mapa**

producido por la contracción térmica del hormigón a altas temperaturas, lo que se traduce en planos de rotura en toda la estructura.

- **Desintegración por Fatiga**

Cuando se expone a altas temperaturas durante un período prolongado de tiempo, se conoce como el desligamiento de la parte exterior del hormigón de una estructura.

- **Coloración**

Como consecuencia de las altas temperaturas a las que está expuesta la estructura, la tonalidad interna y externa cambia.

- **Calcinación Incipiente**

Aunque la coloración del hormigón no cambia significativamente, todavía es posible detectar pequeñas micro fisuras en forma de mapa debido a un cambio de tonalidad.

- **Calcinación Superficial**

Presenta fisuración térmica por alabeo (color rosa) y una ligera coloración amarillenta que pueda originar la decarbonatación.

### **2.2.4. CAUCHO**

Según Espinoza (2008) el caucho está hecho de monómeros, que representan enlaces conectados por cadenas moleculares, estas moléculas son enormes. El grado de resistencia del caucho al estiramiento o la deformación, una propiedad mejor conocida como viscosidad, puede variar según la fuerza de unión de los monómeros. La elasticidad, la resistencia al agua y la resistencia eléctrica del caucho son cualidades adicionales que lo diferencian de otros materiales, ya sean naturales o sintéticos.

#### 2.2.4.1. VERTIDOS DE LA FABRICACIÓN DEL CAUCHO

Según Nemerow y Dasgupta (1998) el caucho no es una sola sustancia, y existe diferentes tipos de caucho donde los principales son:

1. **Caucho natural:** Son similares a la goma se producen por la coagulación de la savia del árbol del caucho (látex).
2. **Caucho sintético:** Se logra por copolimerización de isopreno y butadieno con pequeñas cantidades de isobutileno (GR-1) o de butadieno (GR-S) para cauchos no resistentes a la acción del aceite y para cauchos tipo neopreno que resisten a grasas y aceites (polímeros de cloropreno).
3. **Residuos de caucho:** que es la mezcla de piezas de caucho desechadas y de residuos de los procesos de fabricación.
4. **Plásticos similares al caucho:** Donde están un grupo de cauchos no rígidos y son termoplásticos y termoestables.

#### 2.2.4.2. CAUCHO NATURAL

Según la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (2000) muchas industrias diferentes utilizan el caucho natural como materia prima fundamental. La demanda de caucho natural ha aumentado constantemente durante las últimas décadas, a pesar de la creciente competencia de los neumáticos fabricados con caucho sintético. Dos factores han sido los principales responsables del aumento de la cuota de mercado del caucho. El uso del caucho natural es cada vez más diverso y los avances técnicos en la industria de los neumáticos han llevado a que se utilice una mayor proporción de caucho natural en la producción de neumáticos.

Penagos (2017) menciona que es un polímero elástico hecho de los componentes básicos de la química orgánica, átomos de carbono e hidrógeno. A través de un procedimiento llamado sangrado, que consiste esencialmente en hacer un tajo en la corteza del árbol para que el látex fluya de él, emerge de varias

plantas como una sustancia lechosa (látex). El isopreno, también conocido como 2-metilbutadieno, tiene la fórmula química  $C_5H_8$  y es una de las formas más básicas en las que se puede encontrar el caucho.

**Figura 6**

*Obtención del caucho natural por el proceso del sangrado*



*Nota.* La figura muestra la obtención del caucho. Fuente: Kohler (2012).

### 2.2.4.3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL CAUCHO NATURAL

**Tabla 4**

*Propiedades físicas y químicas del caucho Natural*

| PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS | RESULTADOS        |
|--------------------------------|-------------------|
| Adhesión a metales             | Excelente         |
| Adhesión a telas               | Excelente         |
| Resistencia al Desgarramiento  | Muy buena         |
| Resistencia a la Abrasión      | Excelente         |
| Deformación por Compresión     | Buena             |
| Resistencia Dieléctrica        | Excelente         |
| Electro aislamiento            | Bueno a Excelente |
| Permeabilidad a los Gases      | Bastante baja     |
| Acido resistencia Diluido      | Regular a buena   |
| Acido resistencia Concentrado  | Regular a buena   |

|  |       |
|--|-------|
| Resistencia Hidrocarburos Alifáticos       | pobre |
| Resistencia Hidrocarburos Aromáticos       | pobre |
| Resistencia Solventes Oxigenados (cetonas) | Buena |
| Resistencia Disolventes de lacas           | pobre |

*Nota.* Propiedades del caucho, Criollo, 2014, p. 9.

#### 2.2.4.4. CAUCHO SINTÉTICO

Los hidrocarburos insaturados se convierten en caucho sintético mediante procesos químicos como la condensación o la polimerización.

En cuanto a su uso previsto, pueden ser tenaces, ignífugos, fuertes a los hidrocarburos y la corrosión, así mismo también encapsula las características clave de estos materiales.

Según Criollo (2014) nos menciona los tipos de caucho sintético y sus características de ellas:

- ✓ **Estireno-Butadieno:** La mayoría de los disolventes de hidrocarburos son solubles en él cuando no está vulcanizado. Se necesitan aceleradores fuertes para la vulcanización.
- ✓ **Polibutadieno (BR):** Son más flexibles que el caucho natural. buena flexibilidad y resistencia a la abrasión a bajas temperaturas.
- ✓ **Isopreno:** Cuando se usan catalizadores, se puede hacer que el isopreno tenga una composición similar a la del caucho natural, pero en uso, la longitud y la estructura de las moléculas pueden diferir ligeramente.
- ✓ **Etileno-Propileno (EPM-EPDM):** El propileno y el etileno son hidrocarburos, y el etileno representa entre el 50 y el 65 por ciento del peso total. La edad, el ozono y la luz solar no pueden dañar a ninguno de ellos.

- ✓ **Isobutileno-Isopreno (IIR):** copolímeros de isopreno e isobutileno. El poliisobutileno está completamente saturado y el isopreno da enlaces dobles para la vulcanización.
- ✓ **Caucho de nitrilo (NBR):** Entre el 18 y el 40 % de acrilonitrilo está presente en los copolímeros de acrilonitrilo-butadieno; cuanto mayor sea la concentración, peores serán las características físicas y más resistente al aceite será el material.
- ✓ **Policloropreno (Neopreno):** El líquido similar al isopreno con un átomo de cloro difiere del isopreno en términos de composición química.
- ✓ **Cauchos fluorados (CFM-FKM):** El fluorocarbono y la fluorosilicona son dos de los elastómeros más costosos del medio.
- ✓ **Cauchos de Silicona (Q):** Su base de silicio, la alternancia de átomos de silicio y oxígeno, la estabilidad térmica, el aislamiento eléctrico, la resistencia al agua y las cualidades antiadherentes son sus características distintivas.
- ✓ **Termoplásticos:** A altas temperaturas se derriten y a bajas temperaturas se solidifican conservando sus propiedades. Cuando se aplica un tipo particular de copolímero, las unidades de monómero se combinan en el medio de la molécula mientras que las otras unidades se separan para formar bloques en la molécula. Las propiedades elastoméricas y plásticas se combinan como resultado de esto es el termoplástica del caucho.

#### 2.2.4.5. NEUMÁTICOS DE CAUCHO

Los hidrocarburos insaturados se convierten en caucho sintético mediante procesos químicos como la condensación o la polimerización.

Según Hernández (2018) nos dice que el acero y el nailon también se utilizan para hacer que los neumáticos sean más fuertes y resistentes. Los neumáticos radiales están formados por una

banda de rodadura, una cintura inextensible, arcos radiales y una membrana inflada. La fabricación de neumáticos representa el 60 % de la producción de caucho porque el caucho es un elastómero que puede volver a su forma original después de ser forzado. Los cauchos más utilizados para la fabricación de neumáticos son:

- ✓ Cauchos naturales (NR)
- ✓ Estireno – Butadieno (SBR)
- ✓ Polibutadienos (BR)
- ✓ Polisoprenos sintéticos (IR)

#### **2.2.4.6. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS NEUMÁTICOS**

Castells (2012) dice que la complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir se traduce también en una complejidad de los materiales que lo componen. El principal componente del neumático es el caucho: casi la mitad de su peso.

La fabricación del neumático, típico composite, es muy compleja y bajo esta denominación se incluyen los destinados a bicicletas, motocicletas, camiones, maquinaria agrícola, a obra pública, etc. No obstante, todos ellos tienen unos componentes comunes. La relación siguiente indica el compuesto básico y, seguidamente, los principales ingredientes de dichos compuestos:

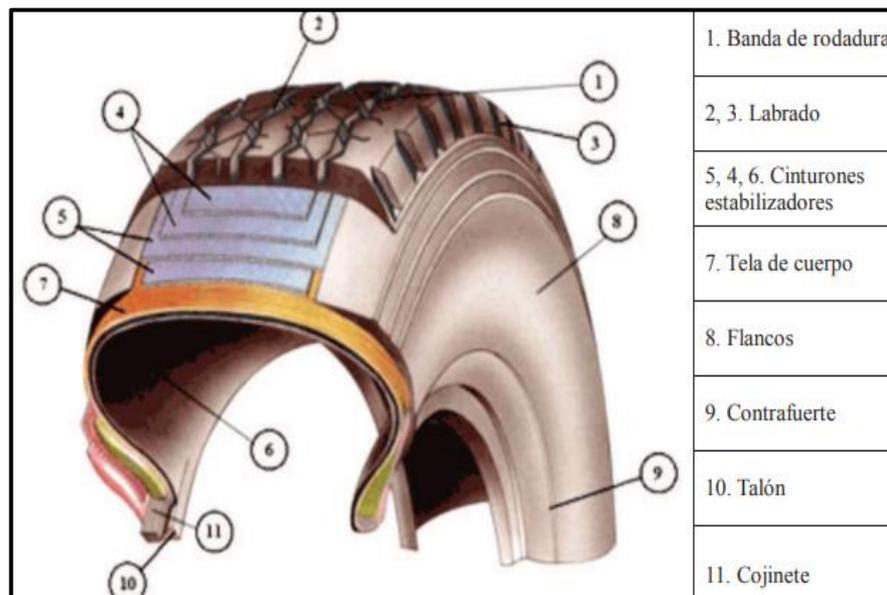
- ✓ Caucho: Caucho natural, Caucho sintético.
- ✓ Agente de vulcanización: Azufre o vulcanizante orgánico.
- ✓ Aceleradores de la vulcanización: Aceleradores tipo tiozoles.
- ✓ Promotores: Óxidos de zinc, ácido esteárico.
- ✓ Antioxidantes: Aminos, fenoles, ceras, etc.
- ✓ Fibras de refuerzos: Textiles, acero.
- ✓ Cargas: Negro de humo, sílice.
- ✓ Plastificantes: Aceites minerales.

### 2.2.4.7. NEUMÁTICOS DE CAUCHO RECICLADOS

Seymour y Carraher (1995) nos menciona que los neumáticos se pueden utilizar como protectores de parachoques y rellenos, entre otras cosas. El caucho es un material tridimensional altamente reticulado por naturaleza, lo que dificulta el reciclaje real de sus productos químicos. La principal opción comercial consiste en moler la goma y volver a montar las piezas con adhesivos. El caucho resultante se puede usar con fines decorativos, como manteles y juguetes de caucho, pero no se puede usar con fines funcionales, como juntas, cubiertas de llantas, mangueras y cinturones.

**Figura 7**

*Componentes estructurales de un neumático*



*Nota.* Se observa los componentes de los neumáticos. Fuente: Meza (2014).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Trabajabilidad:** Es el grado de facilidad con el que se puede colocar y terminar el concreto en una estructura específica. Cada tipo y característica de trabajo tiene una trabajabilidad apropiada, la cual está determinada por las dimensiones y formas de los componentes, las técnicas de colocación y compactación, la cantidad y disposición del refuerzo y otros factores (Vázquez, 1999).

- **Endurecimiento del concreto:** La hidratación del silicato tricálcico, en particular, hace que el período de endurecimiento se expanda rápidamente al principio, lo que le permite alcanzar alrededor del 95 por ciento de la resistencia total en el primer mes. El período de endurecimiento continúa durante algunos años, aunque mucho más lentamente, debido a la reacción del silicato bicálcico (Perles, 2003).
- **Fraguado del concreto:** Es la transición del hormigón de su estado fluido a sólido se conoce como fraguado, y tarda en promedio entre cuatro y diez horas. El aluminato tricálcico, uno de los tres componentes del cemento, tiene el tiempo de reacción más rápido. La humedad y la temperatura también juegan un papel importante en el proceso de fraguado y pueden acelerar el proceso cuando suben (Perles, 2003).
- **Curado del concreto:** Debido al alto contenido de cemento y la baja relación agua/cemento de estos hormigones, el curado es particularmente exigente para el desarrollo de resistencia y durabilidad. Se recomienda tratar durante al menos siete días y a una edad temprana debido a esto (Salcedo, 2006).
- **Resistencia del cemento:** La edad y la densidad son los dos principales factores que afectan la resistencia del cemento Portland. Después de un año, continúa el aumento gradual de la resistencia con el tiempo. Se produce un cemento débil y de baja densidad cuando la mezcla original contiene demasiada agua (porque el agua adicional llena el espacio). La capacidad de manejo del cemento es baja y se crean grandes vacíos llenos de aire durante el proceso de mezclado, lo cual es otro inconveniente del uso de agua insuficiente. Aunque una proporción de 0,38 proporciona suficiente agua para permitir proporciones completas, una proporción de agua a cemento de 0,5 es apropiada (Ashby y Hunkin, 2009).
- **Módulo de finura:** El concepto se define como la centésima parte de la suma de los tantos por ciento totales retenidos por la serie de tamices (Padilla, 1970).
- **Agregados o áridos:** Los agregados o áridos para el hormigón todos los materiales que por sí solos tengan un nivel de resistencia suficiente (resistencia del grano), no afectan al endurecimiento del cemento

hidráulico que sean inertes y proporcionen una adecuada adherencia con la pasta de cemento endurecida. Dependiendo de su procedencia, estas sustancias pueden ser naturales o artificiales (Sánchez, 2001).

- **Conductividad térmica:** La conductividad térmica es el proceso por el cual el calor se transfiere de las regiones de alta temperatura a las regiones de baja temperatura de una sustancia. La conductividad térmica es una característica que identifica la capacidad de un material para transferir calor (Callister, 1996).
- **Látex:** El látex es una sustancia líquida de color blanco lechoso que se obtiene del árbol tropical HEVEA BRASILIENSIS. Se utiliza en la producción de caucho y se le agregan varios compuestos (Alergia al látex y derivados del caucho, s/f.).
- **Dosificación:** La proporción de los diversos materiales, ya sea en términos de masa o volumen que se combinan para formar una mezcla (NTP 334.001, 2001).

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a altas temperaturas en la ciudad de Huánuco – 2023.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

- La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 75°C en la ciudad de Huánuco – 2023.
- La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 100°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

- La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 125°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Altas temperaturas.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE   | DIMENSIONES   | INDICADORES   | INSTRUMENTO   |
|--|---|---|---|
| <b>INDEPENDIENTE</b><br>Altas temperaturas.  | Temperatura en grados centígrados a 75°C                            | Exposición de probetas a 75°C en horno.   | Termómetro sensorial especial de laboratorio.                   |
|  | Temperatura en grados centígrados a 100°C                           | Exposición de probetas a 100°C en horno.  | Termómetro sensorial especial de laboratorio.                   |
|  | Temperatura en grados centígrados a 125°C                           | Exposición de probetas a 125°C en horno.  | Termómetro sensorial especial de laboratorio.                   |
| <b>DEPENDIENTE</b><br>Resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos. | Ensayo de resistencia a la compresión de probetas expuestas a 75°C  | Resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sometido a 75°C.  | Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión. |
|  | Ensayo de resistencia a la compresión de probetas expuestas a 100°C | Resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sometido a 100°C. | Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión. |
|  | Ensayo de resistencia a la compresión de probetas expuestas a 125°C | Resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sometido a 125°C. | Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión  |

## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

Tuvo un enfoque cuantitativo.

Hernández et al., (2010) viene a ser una compilación de información que sirve para probar las hipótesis a través de pruebas estadísticas. La investigación es cuantitativa por que se recolectara datos numéricos de los ensayos de laboratorio, para un numero de cantidad de muestras la cual posteriormente serán procesadas estadísticamente.

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Tuvo un nivel explicativo.

Las investigaciones explicativas van más allá de describir conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos (Hernández et al., 2010). El estudio tiene como investigación explicativa por que se tendrá un grupo control que será el concreto convencional y un grupo experimental a quien se le añadirá 3% de reciclado de neumáticos y se les someterá a altas temperaturas, la cual posteriormente en base a los resultados se determinara si los efectos serán positivos o negativos.

##### 3.1.3. DISEÑO

Tuvo un diseño cuasi experimental.

Según Hernández et al., (2010) en este tipo de diseño los sujetos de prueba no son tomados al azar, más por el opuesto se tiene una agrupación definida.

##### Esquema de la investigación

GE: O1 \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ O3

GC: O2 \_\_\_\_\_ O4

Donde:

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

O1 y O2 = Preprueba

X = Tratamiento

O3 y O4 = Post prueba

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN

La población será finita y estará representada por 160 probetas de concreto elaborado con 3% de reciclado de neumáticos que serán sometidas a diferentes temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C. El cual serán ensayadas para determinar su esfuerzo a compresión.

#### 3.2.2. MUESTRA

El muestreo es no probabilística. Donde para la elección fue en función de la edad a romper de las probetas y de acuerdo a las temperaturas que serán sometidas de 75°C, 100°C y 125°C. Para mejor entendimiento de la distribución de las muestras se presenta la siguiente tabla:

#### ELECCION DE LA MUESTRA

Tabla 5

*Cantidad de muestras a realizar*

| Cantidad de muestras                | Edad de probetas a ensayar (días) |  |       |       | Total de muestras a ensayar |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|-------|-------|-----------------------------|
|                                     | 3                                 | 7  | 14    | 28    |                             |
| N° de muestras                      | 10                                | 10                                       | 10    | 10    | 40                          |
| Cantidad de especímenes de concreto | Concreto convencional             | (°C) Temperaturas a someter las probetas |       |       | TOTAL DE PROBETAS A ENSAYAR |
|                                     |                                   | 75°C                                     | 100°C | 125°C |                             |

|                             |    |    |    |    |     |
|-----------------------------|----|----|----|----|-----|
| <b>Cantidad de probetas</b> | 40 | 40 | 40 | 40 | 160 |
|-----------------------------|----|----|----|----|-----|

*Nota.* La tabla se detalla las muestras que se realizó con adición de caucho reciclado y su exposición a temperaturas altas.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para el presente trabajo tuvo como principales técnicas que se utilizó en este estudio fueron por observación directa, análisis de documentos, ensayos de probetas de concreto elaborados con 3% de reciclado de neumáticos que serán sometidas a diferentes temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C.

##### **3.3.1.1 INSTRUMENTOS**

Los instrumentos usados en la investigación fueron:

##### **Fichas de evaluación y observación:**

Es un método que consiste en el registro ordenado, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. (Hernández et al., 2006, p. 252).

Los instrumentos utilizados son:

- Formato de ensayo de compresión

Este formato puede ser verificado en el anexo 3 de la investigación, donde se puede verificar que fue brindado por el laboratorio Labornding.

#### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Para poder procesar los datos obtenidos de laboratorio se usó softwares como SPSS y hojas de cálculo, ya que son los más adecuados para nuestra investigación.

#### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

El estudio utilizó la evaluación estadística de acuerdo a las variables a evaluar.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 6

*F<sub>c</sub> del concreto a temperatura ambiente a 3 días*

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                                      |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|--------------------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 84.52                                |
| 2                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 84.96                                |
| 3                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 84.83                                |
| 4                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 85.52                                |
| 5                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 85.03                                |
| 6                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 84.90                                |
| 7                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 85.18                                |
| 8                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 84.51                                |
| 9                                    | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 88.43                                |
| 10                                   | AMBIENTE    | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.12                                |

Tabla 7

*F<sub>c</sub> del concreto a temperatura ambiente 7 3 días*

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                                      |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|--------------------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 136.84                               |
| 2                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 137.15                               |
| 3                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 136.58                               |
| 4                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 137.36                               |
| 5                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 136.76                               |
| 6                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 136.83                               |
| 7                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 137.19                               |
| 8                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 137.08                               |
| 9                                    | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 136.73                               |
| 10                                   | AMBIENTE    | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 136.41                               |

Tabla 8

*F<sub>c</sub> del concreto a temperatura ambiente a 14 días*

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                                      |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|--------------------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | AMBIENTE    | 14          | 10            | 20        | 78.54                   | 189.81                               |

|    |          |    |    |    |       |        |
|----|----------|----|----|----|-------|--------|
| 2  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 191.00 |
| 3  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 189.18 |
| 4  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 189.96 |
| 5  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 189.37 |
| 6  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 190.89 |
| 7  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 190.71 |
| 8  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 189.11 |
| 9  | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 189.44 |
| 10 | AMBIENTE | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 189.74 |

**Tabla 9**

*F'c del concreto a temperatura ambiente a 28 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |                                |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 210.90                         |
| 2   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 211.37                         |
| 3   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 210.96                         |
| 4   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 211.39                         |
| 5   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 211.33                         |
| 6   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 210.77                         |
| 7   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 211.09                         |
| 8   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 210.94                         |
| 9   | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 211.51                         |
| 10  | AMBIENTE           | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 210.44                         |

**Tabla 10**

*Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura ambiente*

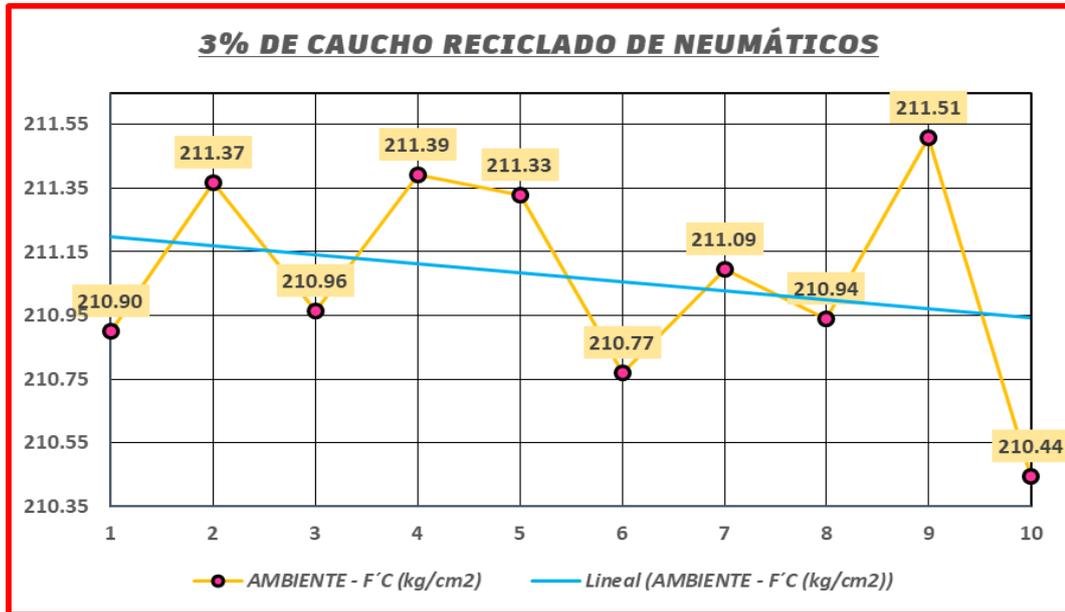
| <b>F'c DEL CONCRETO A TEMPERATURA AMBIENTE A 28 DÍAS.</b> |                   |
|---|-------------------|
| <b>N</b>  | <b>Válido</b> 10  |
|   | <b>Perdidos</b> 0 |
| <b>Media</b>  | 211,0704          |
| <b>Desviación estándar</b>                                | ,3318             |

### **Interpretación**

La tabla presenta el resultado de resistencia a la compresión del grupo control a temperatura ambiente siendo su promedio 211.0704 kgf/cm<sup>2</sup>; así mismos la desviación estándar de 0.3318 kgf/cm<sup>2</sup> que indica que nuestros resultados están cercanos y no hay mucha dispersión con respecto al esfuerzo a compresión.

**Figura 8**

Resultado del  $F'c$  a temperatura ambiente a 28 días



Nota. Se muestra los  $F'c$  de las muestras temperatura ambiente, mostrando el los valores máximos y mínimos, así mismo se observa la línea de dispersión mostrando que no es mucho con respecto a nuestros resultados.

**Tabla 11**

$F'c$  del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 28 días

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                             |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | $F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 87.31                       |
| 2                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.13                       |
| 3                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.65                       |
| 4                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.87                       |
| 5                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 87.43                       |
| 6                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.35                       |
| 7                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 87.39                       |
| 8                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.78                       |
| 9                                    | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.92                       |
| 10                                   | 75°C        | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 86.27                       |

**Tabla 12**

$F'c$  del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 7 días

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                             |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | $F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | 75°C        | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 139.21                      |
| 2                                    | 75°C        | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 140.06                      |
| 3                                    | 75°C        | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 140.23                      |
| 4                                    | 75°C        | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 139.78                      |
| 5                                    | 75°C        | 7           | 10            | 20        | 78.54                   | 139.54                      |

|    |      |   |    |    |       |        |
|----|------|---|----|----|-------|--------|
| 6  | 75°C | 7 | 10 | 20 | 78.54 | 140.19 |
| 7  | 75°C | 7 | 10 | 20 | 78.54 | 139.67 |
| 8  | 75°C | 7 | 10 | 20 | 78.54 | 140.13 |
| 9  | 75°C | 7 | 10 | 20 | 78.54 | 140.10 |
| 10 | 75°C | 7 | 10 | 20 | 78.54 | 139.31 |

**Tabla 13**

*F'c del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 14 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |                                |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 192.41                         |
| 2   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 193.22                         |
| 3   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 192.58                         |
| 4   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 192.36                         |
| 5   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 193.49                         |
| 6   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 193.14                         |
| 7   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 192.59                         |
| 8   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 193.15                         |
| 9   | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 192.62                         |
| 10  | 75°C               | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 192.32                         |

**Tabla 14**

*F'c del concreto a temperatura expuesta a 75°C a 28 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |                                |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.52                         |
| 2   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.11                         |
| 3   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.37                         |
| 4   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 215.20                         |
| 5   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.33                         |
| 6   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.51                         |
| 7   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.08                         |
| 8   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.72                         |
| 9   | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 215.01                         |
| 10  | 75°C               | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 214.16                         |

**Tabla 15**

*Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura de 75°C*

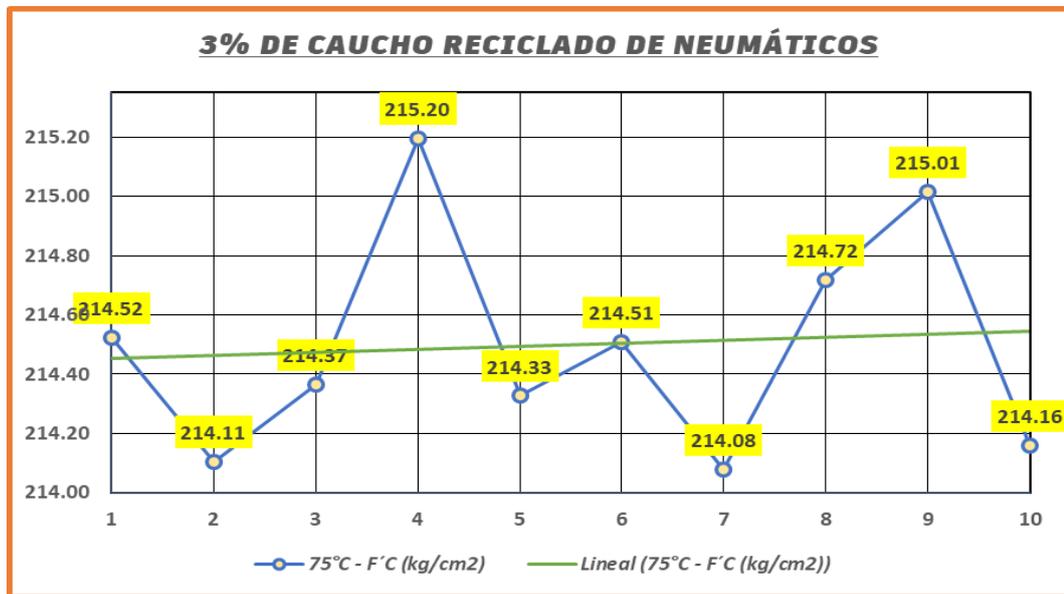
| <b>F'c DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE 75°C A 28 DÍAS.</b> |                   |
|--|-------------------|
| <b>N</b>   | <b>Válido</b> 10  |
|  | <b>Perdidos</b> 0 |
| <b>Media</b>   | 214,4992          |
| <b>Desviación estándar</b>                               | ,3792             |

## Interpretación

La tabla presenta el resultado de la resistencia a compresión del grupo experimental expuesta a 75°C siendo su promedio 214.4992 kgf/cm<sup>2</sup>; así mismo la desviación estándar de 0.3792 kgf/cm<sup>2</sup> que indica que nuestros resultados están cercanos y no hay mucha dispersión con respecto al esfuerzo a compresión.

**Figura 9**

Resultado del  $F'c$  a temperatura expuesto a 75°C a 28 días



*Nota.* Se muestra los  $F'c$  de las muestras expuestas a 75°C, mostrando los valores máximos y mínimos, así mismo se observa la línea de dispersión mostrando que no es mucho con respecto a nuestros resultados.

**Tabla 16**

$F'c$  del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 3 días

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                             |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | $F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 88.55                       |
| 2                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 88.99                       |
| 3                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.29                       |
| 4                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.47                       |
| 5                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.10                       |
| 6                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.57                       |
| 7                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 88.75                       |
| 8                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.27                       |
| 9                                    | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 89.08                       |
| 10                                   | 100°C       | 3           | 10            | 20        | 78.54                   | 88.30                       |

**Tabla 17***F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 7 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |                                |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 142.23                         |
| 2   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 143.07                         |
| 3   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 142.57                         |
| 4   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 143.35                         |
| 5   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 142.92                         |
| 6   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 142.50                         |
| 7   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 142.69                         |
| 8   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 143.20                         |
| 9   | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 143.26                         |
| 10  | 100°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 142.39                         |

**Tabla 18***F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 14 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |                                |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 195.66                         |
| 2   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 195.15                         |
| 3   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 195.29                         |
| 4   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.33                         |
| 5   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 195.27                         |
| 6   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.59                         |
| 7   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 195.90                         |
| 8   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.51                         |
| 9   | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 195.96                         |
| 10  | 100°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.03                         |

**Tabla 19***F'c del concreto a temperatura expuesta a 100°C a 28 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |                                |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 217.10                         |
| 2   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.16                         |
| 3   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.99                         |
| 4   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.26                         |
| 5   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 217.40                         |
| 6   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.73                         |
| 7   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.73                         |
| 8   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.88                         |
| 9   | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.81                         |
| 10  | 100°C              | 28                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 216.51                         |

**Tabla 20**

*Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura de 100°C*

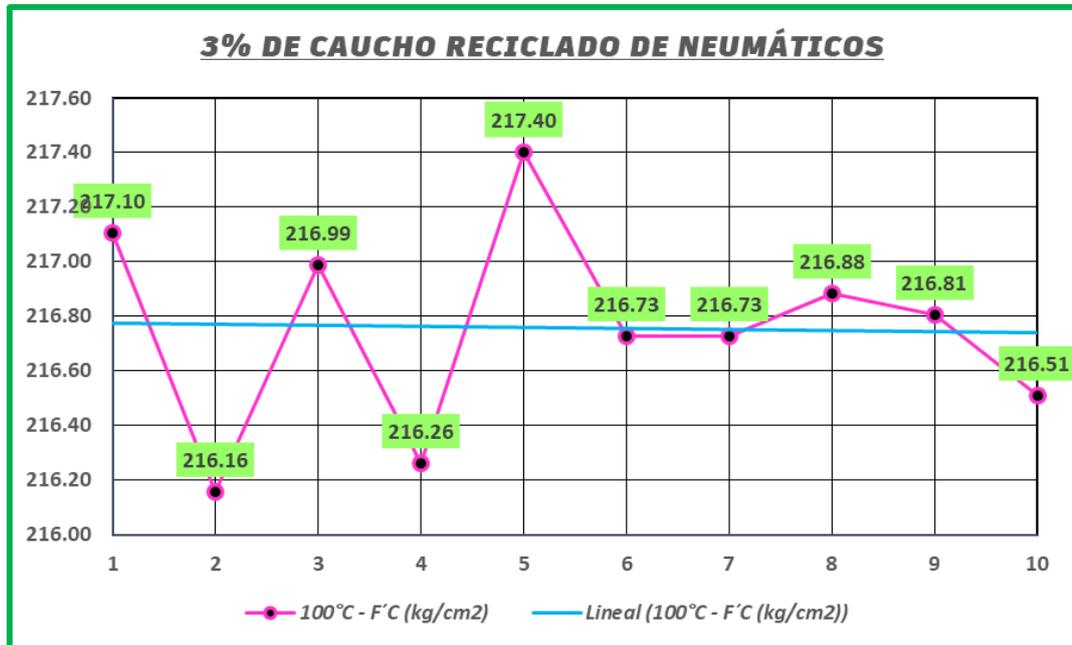
| <b>F'c DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE 100°C A 28 DÍAS.</b> |                   |
|---|-------------------|
| <b>N</b>  | <b>Válido</b> 10  |
|   | <b>Perdidos</b> 0 |
| <b>Media</b>  | 216,7570          |
| <b>Desviación estándar</b>                                | ,3772             |

### Interpretación

La tabla presenta el resultado de la resistencia a compresión del grupo experimental expuesta a 100°C siendo su promedio 216.7570 kgf/cm<sup>2</sup>; así mismos la desviación estándar de 0.3772 kgf/cm<sup>2</sup> que indica que nuestros resultados están cercanos y no hay mucha dispersión con respecto al esfuerzo a compresión.

**Figura 10**

*Resultado del F'c a temperatura expuesto a 100°C a 28 días*



*Nota.* Se muestra los F'c de las muestras expuestas a 100°C, mostrando los valores máximos y mínimos, así mismo se observa la línea de dispersión mostrando que no es mucho con respecto a nuestros resultados.

**Tabla 21***F<sub>c</sub> del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 3 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |  |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 90.54                                    |
| 2   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 91.54                                    |
| 3   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 90.77                                    |
| 4   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 90.41                                    |
| 5   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 91.53                                    |
| 6   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 90.73                                    |
| 7   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 90.86                                    |
| 8   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 91.28                                    |
| 9   | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 90.95                                    |
| 10  | 125°C              | 3                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 91.19                                    |

**Tabla 22***F<sub>c</sub> del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 7 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |  |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 145.54                                   |
| 2   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 146.46                                   |
| 3   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 146.24                                   |
| 4   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 145.89                                   |
| 5   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 145.96                                   |
| 6   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 146.01                                   |
| 7   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 145.93                                   |
| 8   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 145.52                                   |
| 9   | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 145.66                                   |
| 10  | 125°C              | 7                  | 10                   | 20               | 78.54                        | 146.59                                   |

**Tabla 23***F<sub>c</sub> del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 14 días*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |                    |                    |                      |                  |                              |  |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------------------|--|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>TEMPERATURA</b> | <b>EDAD (Días)</b> | <b>DIAMETRO (cm)</b> | <b>ALTO (cm)</b> | <b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>F<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1   | 125°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 197.45                                   |
| 2   | 125°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 197.19                                   |
| 3   | 125°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.36                                   |
| 4   | 125°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.66                                   |
| 5   | 125°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.99                                   |
| 6   | 125°C              | 14                 | 10                   | 20               | 78.54                        | 196.76                                   |

|    |       |    |    |    |       |        |
|----|-------|----|----|----|-------|--------|
| 7  | 125°C | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 197.07 |
| 8  | 125°C | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 197.36 |
| 9  | 125°C | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 196.84 |
| 10 | 125°C | 14 | 10 | 20 | 78.54 | 196.41 |

**Tabla 24**

*F'c del concreto a temperatura expuesta a 125°C a 28 días*

| 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |             |             |               |           |                         |                           |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| MUESTRA                              | TEMPERATURA | EDAD (Días) | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.84                    |
| 2                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.33                    |
| 3                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 220.18                    |
| 4                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.90                    |
| 5                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 220.03                    |
| 6                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.53                    |
| 7                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 220.38                    |
| 8                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.56                    |
| 9                                    | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.91                    |
| 10                                   | 125°C       | 28          | 10            | 20        | 78.54                   | 219.20                    |

**Tabla 25**

*Promedio y desviación estándar del concreto a temperatura de 125°C*

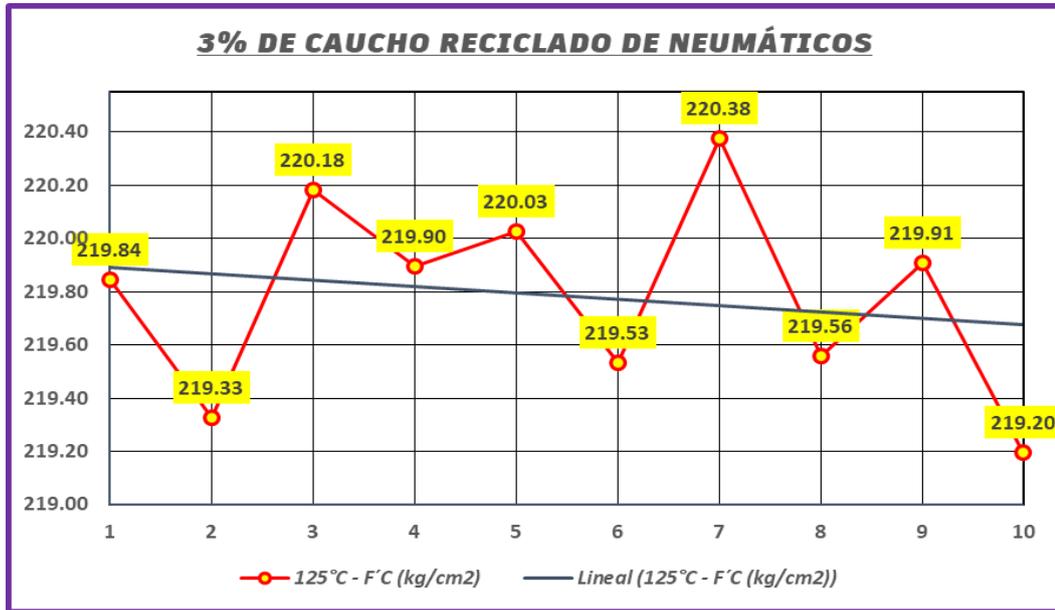
| F'c DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE 125°C A 28 DÍAS. |                     |
|--|---------------------|
| N  | Válido              |
|  | Perdidos            |
| Media  | Desviación estándar |

### Interpretación

La tabla presenta el resultado de la resistencia a compresión del grupo experimental expuesta a 125°C siendo su promedio 219.7847 kgf/cm<sup>2</sup>; así mismos la desviación estándar de 0.3759 kgf/cm<sup>2</sup> que indica que nuestros resultados están cercanos y no hay mucha dispersión con respecto al esfuerzo a compresión.

Figura 11

Resultado del  $F'c$  a temperatura expuesto a 125°C a 28 días



Nota. Se muestra los  $F'c$  de las muestras expuestas a 100°C, mostrando los valores máximos y mínimos, así mismo se observa la línea de dispersión mostrando que no es mucho con respecto a nuestros resultados.

## 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a altas temperaturas en la ciudad de Huánuco – 2023.

H0: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos no mejorará significativamente al someterle a altas temperaturas en la ciudad de Huánuco – 2023.

Tabla 26

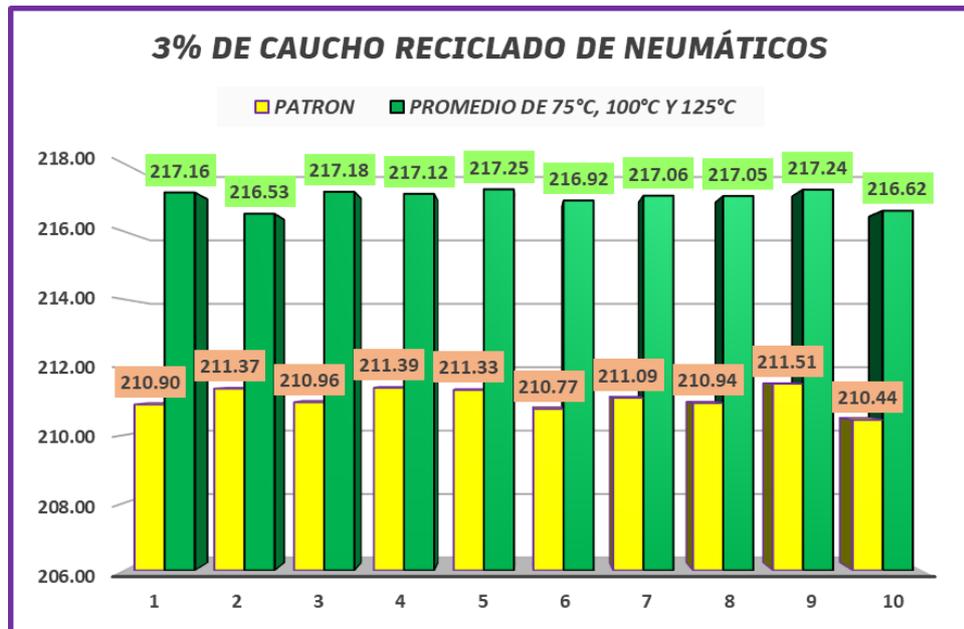
$F'c$  del concreto control y el promedio expuesto a 75°C, 100°C y 125°C

| CONCRETO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS |        |                                 |
|---|--------|---------------------------------|
| MUESTRA   | PATRON | PROMEDIO DE 75°C, 100°C Y 125°C |
| 1   | 210.90 | 217.16                          |
| 2   | 211.37 | 216.53                          |
| 3   | 210.96 | 217.18                          |
| 4   | 211.39 | 217.12                          |
| 5   | 211.33 | 217.25                          |

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 6  | 210.77 | 216.92 |
| 7  | 211.09 | 217.06 |
| 8  | 210.94 | 217.05 |
| 9  | 211.51 | 217.24 |
| 10 | 210.44 | 216.62 |

**Figura 12**

*Comparación de las F'c de los resultados*



*Nota. Se presenta la comparación de los F'c del concreto control y el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y 125°C.*

**Tabla 27**

*Comparación de los F'c del concreto control y el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y 125°C*

| CONCRETO CONTROL Y EL PROMEDIO DEL CONCRETO<br>EXPUESTO A 75°C, 100°C Y 125°C.  |                     |             |                |
|---|---------------------|-------------|----------------|
|   |                     | Estadístico | Desv.<br>Error |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>CONTROL<br/>(AMBIENTE)</b>                          | Media               | 211,0704    | ,0236          |
|   | Desviación estándar | ,3318       |                |
|   | Mínimo              | 210,44      |                |
|   | Máximo              | 211,51      |                |
| <b>F'c PROMEDIO<br/>DEL CONCRETO<br/>EXPUESTO A<br/>75°C, 100°C Y<br/>125°C</b> | Media               | 217,0136    | ,0194          |
|   | Desviación estándar | ,2516       |                |
|   | Mínimo              | 216,53      |                |
|   | Máximo              | 217,25      |                |

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados del esfuerzo a compresión, donde el grupo control a temperatura ambiente posee una media de sus resultados de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3318 kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 210.44 kgf/cm<sup>2</sup> y 211.51 kgf/cm<sup>2</sup>; mientras que el promedio del grupo de concreto expuesta a 75°C, 100°C y 125°C, posee una media de sus resultados de 217.01 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.2516 kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 216.53 kgf/cm<sup>2</sup> y 217.25 kgf/cm<sup>2</sup>

**Tabla 28**

*Normalidad de los F'c del concreto control y el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y 125°C*

|   | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>CONTROL<br/>(AMBIENTE)</b>                                      | ,146                            | 10 | ,200* | ,864         | 10 | ,253 |
| <b>F'c<br/>PROMEDIO<br/>DEL<br/>CONCRETO<br/>EXPUESTO<br/>A 75°C,<br/>100°C Y<br/>125°C</b> | ,142                            | 10 | ,200* | ,921         | 10 | ,262 |

### Interpretación

La prueba tomó la investigación fue de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de ( $p=0.253$ ) para concreto control a temperatura ambiente, y ( $p=0.262$ ) para el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y

125°C cumpliendo con la condición de ( $p \geq 0.05$ ), que demuestra que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 29**

*Prueba "t" aplicada a los grupos*

|  | <b>Prueba de muestras emparejadas</b> |                     |         |    | Sig.<br>(bilateral) |
|--|---------------------------------------|---------------------|---------|----|---------------------|
|  | Diferencias emparejadas               |                     | t       | gl |                     |
|  | Media                                 | Desv.<br>Desviación |         |    |                     |
| <b>F°C DEL CONCRETO CONTROL (AMBIENTE) -- F°C PROMEDIO DEL CONCRETO EXPUESTO A 75°C, 100°C Y 125°C</b> | -1,3248                               | ,350                | -58,331 | 10 | ,001                |

La prueba t aplicado al grupo control y el promedio del concreto expuesto a 75°C, 100°C y 125°C demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t = -58.331$ ,  $p = 0.001 < 0.05$ ). Tomando así la hipótesis alterna ya que se demuestra que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a altas temperaturas en la ciudad de Huánuco – 2023.

#### **4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1**

HE1: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 75°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

H0: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos no mejorará significativamente al someterle a 75°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

**Tabla 30**

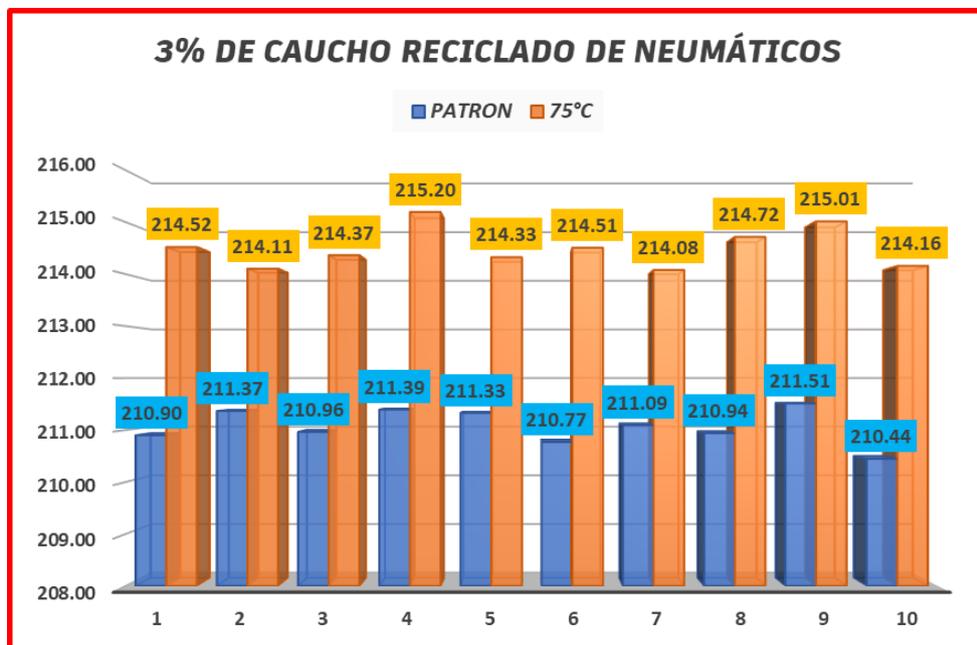
*F'c del concreto control y el expuesto a 75°C*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |
|---|
|---|

| MUESTRA | PATRON | 75°C   |
|---------|--------|--------|
| 1       | 210.90 | 214.52 |
| 2       | 211.37 | 214.11 |
| 3       | 210.96 | 214.37 |
| 4       | 211.39 | 215.20 |
| 5       | 211.33 | 214.33 |
| 6       | 210.77 | 214.51 |
| 7       | 211.09 | 214.08 |
| 8       | 210.94 | 214.72 |
| 9       | 211.51 | 215.01 |
| 10      | 210.44 | 214.16 |

**Figura 13**

*Comparación de las F'c de los resultados*



*Nota.* Se presenta la comparación de los F'c del concreto control y el expuesto a 75°C.

**Tabla 31**

*Comparación de los F'c del concreto control y el expuesto a 75°C*

| CONCRETO CONTROL Y EL EXPUESTO A 75°C        |                     |             |             |
|--|---------------------|-------------|-------------|
|  |                     | Estadístico | Desv. Error |
| F'c DEL<br>CONCRETO<br>CONTROL<br>(AMBIENTE) | Media               | 211,0704    | ,0236       |
|  | Desviación estándar | ,3318       |             |
|  | Mínimo              | 210,44      |             |
|  | Máximo              | 211,51      |             |
| F'c DEL<br>CONCRETO                          | Media               | 214,4992    | ,0181       |
|  | Desviación estándar | ,3792       |             |

|                             |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|
| <b>EXPUESTO A<br/>75°C.</b> | Mínimo | 214,08 |
|                             | Máximo | 215,20 |

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados del esfuerzo a compresión, donde el grupo control a temperatura ambiente posee una media de sus resultados de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3318 kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 210.44 kgf/cm<sup>2</sup> y 211.51 kgf/cm<sup>2</sup>; mientras que el grupo de concreto expuesta a 75°C, posee una media de sus resultados de 214.50 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3792 kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 214.08 kgf/cm<sup>2</sup> y 215.20 kgf/cm<sup>2</sup>

**Tabla 32**

*Normalidad de los F'c del concreto control y el expuesto a 75°C*

|  | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|--|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|  | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>CONTROL<br/>(AMBIENTE)</b> | ,146                            | 10 | ,200* | ,864         | 10 | ,253 |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>EXPUESTO A<br/>75°C</b>    | ,152                            | 10 | ,200* | ,935         | 10 | ,287 |

### Interpretación

La prueba tomó la investigación fue de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de (p=0.253) para concreto control a temperatura ambiente, y (p=0.287) para el concreto expuesto a 75°C cumpliendo con la

condición de ( $p \geq 0.05$ ), que demuestra que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 33**

*Prueba "t" aplicada a los grupos*

|   | <b>Prueba de muestras emparejadas</b> |                     |         |    | Sig.<br>(bilateral) |
|---|---------------------------------------|---------------------|---------|----|---------------------|
|   | Diferencias emparejadas               |                     | t       | gl |                     |
|   | Media                                 | Desv.<br>Desviación |         |    |                     |
| <b>F'c DEL CONCRETO CONTROL (AMBIENTE) -- F'c DEL CONCRETO EXPUESTO A 75°C,</b> | -1,3642                               | ,3732               | -58,236 | 10 | ,003                |

La prueba t aplicado al grupo control y el concreto expuesto a 75°C demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t = -58.236$ ,  $p = 0.003 < 0.05$ ). Tomando así la hipótesis alterna ya que se demuestra que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 75°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

#### 4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2

HE2: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 100°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

H0: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos no mejorará significativamente al someterle a 100°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

**Tabla 34**

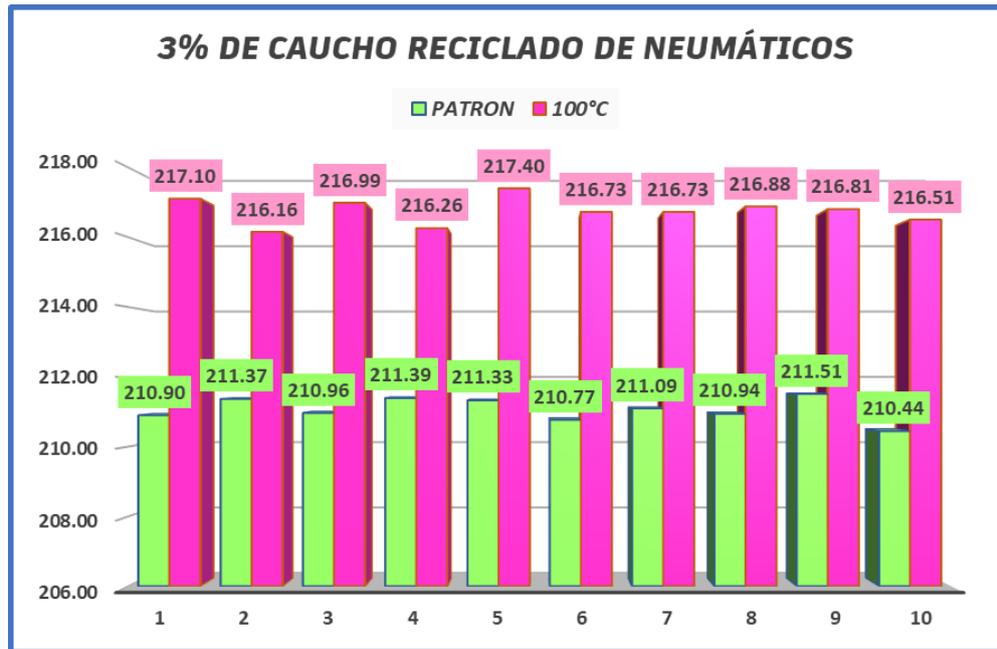
*F'c del concreto control y el expuesto a 100°C*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |               |              |
|---|---------------|--------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>PATRON</b> | <b>100°C</b> |
| <b>1</b>                                    | 210.90        | 217.10       |
| <b>2</b>                                    | 211.37        | 216.16       |
| <b>3</b>                                    | 210.96        | 216.99       |

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 4  | 211.39 | 216.26 |
| 5  | 211.33 | 217.40 |
| 6  | 210.77 | 216.73 |
| 7  | 211.09 | 216.73 |
| 8  | 210.94 | 216.88 |
| 9  | 211.51 | 216.81 |
| 10 | 210.44 | 216.51 |

**Figura 14**

Comparación de las  $F_c$  de los resultados



Nota. Se presenta la comparación de los  $F_c$  del concreto control y el expuesto a 100°C.

**Tabla 35**

Comparación de los  $F_c$  del concreto control y el expuesto a 100°C

| CONCRETO CONTROL Y EL EXPUESTO A 100°C               |                     |             |             |
|--|---------------------|-------------|-------------|
|  |                     | Estadístico | Desv. Error |
| <b>F<sub>c</sub> DEL CONCRETO CONTROL (AMBIENTE)</b> | Media               | 211,0704    | ,0236       |
|  | Desviación estándar | ,3318       |             |
|  | Mínimo              | 210,44      |             |
|  | Máximo              | 211,51      |             |
| <b>F<sub>c</sub> DEL CONCRETO EXPUESTO A 100°C.</b>  | Media               | 216,7570    | ,0134       |
|  | Desviación estándar | ,3772       |             |
|  | Mínimo              | 216,16      |             |
|  | Máximo              | 217,40      |             |

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados del esfuerzo a compresión, donde el grupo control a temperatura ambiente posee una media de sus resultados de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3318 kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 210.44 kgf/cm<sup>2</sup> y 211.51 kgf/cm<sup>2</sup>; mientras que el grupo de concreto expuesta a 100°C, posee una media de sus resultados de 216.76 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3772kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 216.16 kgf/cm<sup>2</sup> y 217.40 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36**

*Normalidad de los F'c del concreto control y el expuesto a 100°C*

|  | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|--|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|  | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>CONTROL<br/>(AMBIENTE)</b> | ,146                            | 10 | ,200* | ,864         | 10 | ,253 |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>EXPUESTO A<br/>100°C</b>   | ,161                            | 10 | ,200* | ,959         | 10 | ,293 |

### Interpretación

La prueba tomó la investigación fue de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de (p=0.253) para concreto control a temperatura ambiente, y (p=0.293) para el concreto expuesto a 100°C cumpliendo con la condición de (p≥0.05), que demuestra que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 37**

*Prueba "t" aplicada a los grupos*

| <b>Prueba de muestras emparejadas</b>   |                         |                  |         |    |                  |
|---|-------------------------|------------------|---------|----|------------------|
|   | Diferencias emparejadas |                  | t       | gl | Sig. (bilateral) |
|   | Media                   | Desv. Desviación |         |    |                  |
| <b>F'c DEL CONCRETO CONTROL (AMBIENTE) -- F'c DEL CONCRETO EXPUESTO A 100°C</b> | -1,3823                 | ,3782            | -58,547 | 10 | ,002             |

La prueba t aplicado al grupo control y el concreto expuesto a 100°C demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t=-58.547$ ,  $p=0.002<0.05$ ). Tomando así la hipótesis alterna ya que se demuestra que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 100°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

#### **4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3**

HE3: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 125°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

H0: La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos no mejorará significativamente al someterle a 125°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

**Tabla 38**

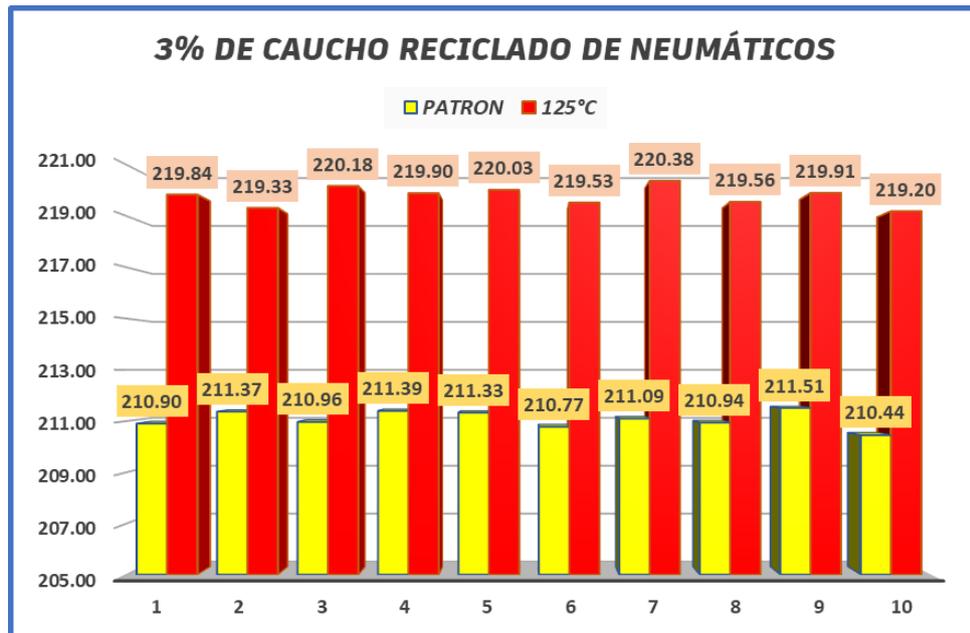
*F'c del concreto control y el expuesto a 125°C*

| <b>3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS</b> |               |              |
|---|---------------|--------------|
| <b>MUESTRA</b>                              | <b>PATRON</b> | <b>125°C</b> |
| <b>1</b>                                    | 210.90        | 219.84       |
| <b>2</b>                                    | 211.37        | 219.33       |

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 3  | 210.96 | 220.18 |
| 4  | 211.39 | 219.90 |
| 5  | 211.33 | 220.03 |
| 6  | 210.77 | 219.53 |
| 7  | 211.09 | 220.38 |
| 8  | 210.94 | 219.56 |
| 9  | 211.51 | 219.91 |
| 10 | 210.44 | 219.20 |

**Figura 15**

*Comparación de las F'c de los resultados*



*Nota.* Se presenta la comparación de los F'c del concreto control y el expuesto a 125°C.

**Tabla 39**

*Comparación de los F'c del concreto control y el expuesto a 125°C*

| CONCRETO CONTROL Y EL EXPUESTO A 125°C     |                     |             |             |
|--|---------------------|-------------|-------------|
|  |                     | Estadístico | Desv. Error |
| <b>F'c DEL CONCRETO CONTROL (AMBIENTE)</b> | Media               | 211,0704    | ,0236       |
|  | Desviación estándar | ,3318       |             |
|  | Mínimo              | 210,44      |             |
|  | Máximo              | 211,51      |             |
| <b>F'c DEL CONCRETO EXPUESTO A 100°C.</b>  | Media               | 219,7847    | ,0213       |
|  | Desviación estándar | ,3759       |             |
|  | Mínimo              | 219,20      |             |
|  | Máximo              | 220,38      |             |

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados del esfuerzo a compresión, donde el grupo control a temperatura ambiente posee una media de sus resultados de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3318 kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 210.44 kgf/cm<sup>2</sup> y 211.51 kgf/cm<sup>2</sup>; mientras que el grupo de concreto expuesta a 125°C, posee una media de sus resultados de 219.78 kgf/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.3759kgf/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 219.20 kgf/cm<sup>2</sup> y 220.38 kgf/cm<sup>2</sup>

**Tabla 40**

*Normalidad de los F'c del concreto control y el expuesto a 125°C*

|  | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|--|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|  | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>CONTROL<br/>(AMBIENTE)</b> | ,146                            | 10 | ,200* | ,864         | 10 | ,253 |
| <b>F'c DEL<br/>CONCRETO<br/>EXPUESTO A<br/>100°C</b>   | ,168                            | 10 | ,200* | ,959         | 10 | ,297 |

### Interpretación

La prueba tomó la investigación fue de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de (p=0.253) para concreto control a temperatura ambiente, y (p=0.297) para el concreto expuesto a 125°C cumpliendo con la condición de (p≥0.05), que demuestra que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 41***Prueba "t" aplicada a los grupos*

| <b>Prueba de muestras emparejadas</b>   |                            |                     |         |    |                         |
|---|----------------------------|---------------------|---------|----|-------------------------|
|   | Diferencias<br>emparejadas |                     | t       | gl | Sig.<br>(bilat<br>eral) |
|   | Media                      | Desv.<br>Desviación |         |    |                         |
| <b>F´C DEL CONCRETO<br/>CONTROL<br/>(AMBIENTE) -- F´C<br/>DEL CONCRETO<br/>EXPUESTO A 100°C</b> | -1,3978                    | ,3791               | -59,127 | 10 | ,001                    |

La prueba t aplicado al grupo control y el concreto expuesto a 125°C demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t=-59.127$ ,  $p=0.001<0.05$ ). Tomando así la hipótesis alterna ya que se demuestra que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 125°C en la ciudad de Huánuco – 2023.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Terminado los ensayos de laboratorio de las muestras con 3% de caucho reciclado de neumáticos el grupo control con temperatura ambiente obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, y para el promedio del concreto expuesto a temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C, su media fue 217.01 kgf/cm<sup>2</sup>, demostrando así una mejora significativa a exponerlos a esas temperaturas; esto concuerda con Tito (2022) que al exponer un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> a temperaturas (10,25 y 30) °C, dio como resistencia promedio en 28 días (281.71 – 295.99 – 306.03) Kg/cm<sup>2</sup>, demostrando que si existe una mejora con respecto al grupo control; así mismo discrepa con Olortin y Chuquiyauri (2020) que al exponer al concreto a temperaturas de 190 a 210°C, 390 a 410°C, 580 a 600°C a los 28 días obtuvo resultados de (172.90 - 125.73 - 62.32) Kg/cm<sup>2</sup> demostrando que está por debajo del resultado del concreto convencional.

Terminado los ensayos de laboratorio de las muestras con 3% de caucho reciclado de neumáticos el grupo control con temperatura ambiente obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, y para el concreto expuesto a temperatura de 75°C su media fue 214.50 kgf/cm<sup>2</sup>, demostrando así una mejora significativa a exponerlo a 75°C; estos resultados discrepan con de León (2022), que al elaborar un concreto con triturado de neumático obtuvo un resultado a 28 días de 149.57 kgf/cm<sup>2</sup> o 2127.35psi; de la misma manera discrepa con Roque (2020) que al diseñar un concreto para un F'c=280 kg/cm<sup>2</sup> y exponerlo a temperatura de 900°C obtuvo resistencias de (83.10 – 100.40 – 126.32) Kg/cm<sup>2</sup>, demostrando que disminuyen exponer a temperaturas altas; de la misma manera discrepa con Bonifacio (2021), que en sus resultados obtuvo una resistencia a la compresión del grupo patrón de f'c=294 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que al añadir 5% de fibras de caucho, obtuvo 226.67 kg/cm<sup>2</sup>, 264.65 kg/cm<sup>2</sup> y 311.27 kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14 y 28 días respectivamente; con 10% de fibras de caucho, obteniendo 166.64 kg/cm<sup>2</sup>, 190.44 kg/cm<sup>2</sup> y 222.53 kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14 y 28 días respectivamente; con 20% de fibras de caucho, obteniendo así a

los 7, 14 y 28 días, las siguientes resistencias: 111.14 kg/cm<sup>2</sup>, 118.94 kg/cm<sup>2</sup> y 130.49 kg/cm<sup>2</sup>, donde se demuestra que el porcentaje ideal para el estudio es una adición de 5% de caucho reciclado.

Terminado los ensayos de laboratorio de las muestras con 3% de caucho reciclado de neumáticos el grupo control con temperatura ambiente obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, y para el concreto expuesto a temperatura de 100°C su media fue 216.76 kgf/cm<sup>2</sup>, demostrando así una mejora significativa a exponerlo a 100°C; esto concuerda con resultados de Mallqui (2023), donde obtuvo la resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2" es de 232.39 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2" es de 245.93 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que con piedra chancada de 3/4" es de 235.04 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado es de 249.40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo demuestra que hay un aumento con respecto al grupo control sin adición de caucho, así mismo discrepa con Castro (2019) que al añadir al concreto polvo de caucho y vidrio sódico cálcico en un 10% dio resultados promedios de (231.08 – 266.79 – 278.31 - 293.50) kg/cm<sup>2</sup> y expuesto a una temperatura a 550-650 ° C, en 15 min dio resultados promedios de 28 días (167.26 - 151.22 - 111.15) kg/cm<sup>2</sup>, en la adición de caucho 20% dio resultados promedios de (189.80 – 218.43 - 245.31 - 274.97) kg/cm<sup>2</sup> y expuesto a una temperatura a 650-750 ° C, en 30 min dio resultados promedios de 28 días (156.21 - 130.07 - 79.60) kg/cm<sup>2</sup>, en la adición de caucho 30% dio resultados promedios de (169.78 – 190.42 – 207.34 - 212.74) kg/cm<sup>2</sup> y expuesto a una temperatura a 750-850 ° C, en 60 min dio resultados promedios de 28 días (117.61 - 98.19 - 57.35) kg/cm<sup>2</sup>, demostrando así que los valores son inferiores que la muestra convencional.

Terminado los ensayos de laboratorio de las muestras con 3% de caucho reciclado de neumáticos el grupo control con temperatura ambiente obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, y para el concreto expuesto a temperatura de 125°C su media fue 219.78 kgf/cm<sup>2</sup>, demostrando así una mejora significativa

a exponerlo a 125°C; este resultado discrepa con Ospina (2021) donde al añadir caucho en un (10,20 y 30) % al concreto obtuvo como resultado promedio (21.2 – 20.9 – 20.9) Mpa., demostrando así ser inferior al concreto convencional; de la misma manera discrepa con Santos y Román (2021) que añadieron al concreto caucho y micro sílice obtuvieron como resultado (130.9 – 240.4 – 279.5) Kg/cm<sup>2</sup> demostrando así que no existe mejora con respecto a su resistencia, así mismo discrepa con los resultados de García (2022), que al reemplazar el 10% del volumen de agregado por granos de caucho su resistencia disminuye dando como resultado 57.6 Mpa (8,354 Psi) siendo menor esto que el concreto convencional.

## CONCLUSIONES

En relación al objetivo general se logró determinar la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, donde los resultados del grupo control con temperatura ambiente de 26°C obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, mientras que para el promedio del concreto expuesto a temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C, su media fue 217.01 kgf/cm<sup>2</sup>, concluyendo así que existe una mejora significativa a exponerlos a dichas temperaturas.

En relación al objetivo específico 1, se determinó la resistencia a la compresión sometida a 75°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, donde grupo control con temperatura ambiente de 26°C obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, entretanto que para el concreto sometido a temperatura de 75°C su media fue 214.50 kgf/cm<sup>2</sup>, concluyendo así que al exponerlo a la temperatura de 75°C existe una mejora significativa.

En relación al objetivo específico 2, se determinó la resistencia a la compresión sometida a 100°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, donde grupo control con temperatura ambiente de 26°C obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, entretanto que para el concreto sometido a temperatura de 75°C su media fue 216.76 kgf/cm<sup>2</sup>, concluyendo así que al exponerlo a la temperatura de 100°C se mejoró su resistencia.

En relación al objetivo específico 3, se determinó la resistencia a la compresión sometida a 125°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos, donde grupo control con temperatura ambiente de 26°C obtuvo una media de 211.07 kgf/cm<sup>2</sup>, entretanto para el concreto sometido a temperatura de 75°C su media fue 219.78 kgf/cm<sup>2</sup>, concluyendo así que al exponerlo a la temperatura de 125°C existe una mejora significativa.

## RECOMENDACIONES

Considerando los resultados positivos obtenidos con un 3% de caucho reciclado, se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar como afecta los diferentes porcentajes de caucho en la resistencia axial. Esto permitirá identificar la proporción óptima que garantice un equilibrio entre resistencia y sostenibilidad.

Aunque la resistencia a la compresión ha sido el foco principal de este estudio, se recomienda investigar otras propiedades del concreto tanto mecánicas, físicas o químicas. Estos análisis proporcionarán una visión más completa del desempeño del material.

Para facilitar la adopción práctica, se aconseja llevar a cabo un análisis de costos detallado que incluya la producción y aplicación del concreto modificado. Esto permitirá evaluar la viabilidad económica de la implementación a gran escala y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones en la industria de la construcción.

A fin de comprender mejor el comportamiento a largo plazo del concreto modificado, se recomienda realizar estudios de durabilidad a lo largo del tiempo. Estas investigaciones podrían abordar aspectos como la resistencia a la intemperie, la corrosión y el envejecimiento del material para garantizar su rendimiento a largo plazo.

Dado que las aplicaciones del concreto varían, se sugiere considerar contextos específicos de uso al aplicar esta tecnología. Esto puede incluir adaptaciones en la formulación del concreto modificado según los requerimientos de proyectos específicos y las condiciones ambientales particulares.

Para fortalecer aún más la investigación y su aplicabilidad, se recomienda la colaboración interdisciplinaria. La participación de expertos en áreas como la ingeniería de materiales, la sostenibilidad y la ingeniería civil podría enriquecer la comprensión integral del impacto y la viabilidad de la modificación propuesta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alergia al látex y derivados del caucho.* (s/f.). Barcelona: Instituto UCB de Alergia. Obtenido de <http://www.sgaic.org/ucb/LATEX%20pdf.pdf>
- Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *enseñanza de las ciencias*, 287-400. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87934/216424>
- Ashby, M. F., & Hunkin Jones, D. R. (2009). *Materiales para ingeniería 2: Introducción a la microestructura, el procesamiento y el diseño*. Editorial Reverté. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=lu6KyUlhSUkC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA260&dq=resistencia%20del%20cemento&hl=es&pg=PA260#v=onepage&q=resistencia%20del%20cemento&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=lu6KyUlhSUkC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA260&dq=resistencia%20del%20cemento&hl=es&pg=PA260#v=onepage&q=resistencia%20del%20cemento&f=false)
- Becerra Becerra, J. (s.f.). *Variación de las proporciones usadas en concreto, en volumen absoluto*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-20-Variacin-de-las-proporciones-usadas-en-concreto-en-volumen-absoluto\\_fig4\\_327033164](https://www.researchgate.net/figure/Figura-20-Variacin-de-las-proporciones-usadas-en-concreto-en-volumen-absoluto_fig4_327033164)
- Bonifacio Cuzqui, R. C. (2021). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS SINTÉTICAS DE NEUMÁTICOS - HUÁNUCO 2020, [Tesis Pre-Grado, UNHEVAL]*. UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN, Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6426>
- Callister, W. (1996). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Barcelona: Reverté. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=YiWdEYEHBIAC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA674&dq=conductividad%20t%C3%A9rmica&hl=es&pg=PA444#v=onepage&q=conductividad%20t%C3%A9rmica&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=YiWdEYEHBIAC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA674&dq=conductividad%20t%C3%A9rmica&hl=es&pg=PA444#v=onepage&q=conductividad%20t%C3%A9rmica&f=false)
- Castells, X. E. (2012). *Residuos vitrificables: Reciclaje de residuos industriales*. Madrid: Días de Santos. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=QirtKL0v78UC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA1&dq=Residuos+vitrificables+Reciclaje+de+residuos+industriales&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=Residuos+vitrificables+Reciclaje+de+residuos+industriales&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=QirtKL0v78UC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA1&dq=Residuos+vitrificables+Reciclaje+de+residuos+industriales&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=Residuos+vitrificables+Reciclaje+de+residuos+industriales&f=false)

wbks\_redir=0&lpg=PA512&dq=que%20es%20la%20resistencia%20a%20la%20abradi%C3%B3n&hl=es&pg=PA428#v=onepage&q=que%20es%20la%20resistencia%20a%20la%20abradi%C3%B3n&f=false

Castro Montoya, D. V. (2019). *Comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: polvo de caucho y vidrio sódico cálcico [Universidad Señor de Sipán]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6091>

Criollo Salamea, A. X. (2014). *Caracterización de caucho reciclado proveniente de SCRAP y de neumáticos fuera de uso para su potencial aplicación como materia prima [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Slesiana]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6770>

Espinoza Anaya, G. D. (2008). *Validación del proceso productivo del caucho en base a ensayos de dureza [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/322>

Figueroa Orjuela, D. C., & Bello López, J. S. (2018). *Evaluación y diagnóstico de la resistencia a compresión y a flexión del concreto simple después de expuesto a 450°C [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/16408>

García Moreno, C. A. (2022). *Aplicaciones en la construcción de prefabricados en concreto arquitectónico con agregados de grano de caucho reciclado (GCR), [Tesis Post-Grado, Universidad Nacional de Colombia]*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82102>

Hernández Morelos, J. L. (2018). *Diseño de un material ecológico para construcción mediante la adición de caucho de llanta al concreto [Tesis de Master, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/650>

- Hernández Sampieri , R., Fernández Callado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metdologia de la investigación* (cuarta ed.). Mexico: Interamericana Editores,S.A. DE .C.V. .
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Kohler, A. (2012). *Aprovechamiento del caucho silvestre por las comunidades nativas en la selva amazónica del Perú*. Industria Gráfica Algraf S.A.C.
- León Torres, D. H. (2022). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON TRITURADO DE NEUMÁTICO AGREGADI EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES*, [Tesis Post-Grado, Universidad Nacional de Colombia]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82097>
- Mallqui Aguilar, K. K. (2023). *ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023*, [Tesis Pre-Grado, UNHEVAL]. UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN, Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9479>
- Meza Trujillo, I. (2014). *Diseño de una planta para la obtención de carbón activado a partir de neumáticos de automovil fuera de uso (NFU's)* [Tesis de Pregrado,Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7391>
- Nemerow, N. L., & Dasgupta, A. (1998). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Madrid: Díaz de Santos , S.A. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=KDMjTWMEuaoC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpq=PA543&dq=que%20es%20el%20caucho&hl=es&pg=PR6#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=KDMjTWMEuaoC&newbks=1&newbks_redir=0&lpq=PA543&dq=que%20es%20el%20caucho&hl=es&pg=PR6#v=onepage&q&f=false)
- Niño Hernández, J. R. (2010). *Tecnología del concreto Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas*. Colombia: ASOCRETO.
- NTP 334.001. (2001). *CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura*. Lima: INDECOPI. Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntp-334001\\_59c56f2a08bbc54536687038\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-334001_59c56f2a08bbc54536687038_pdf)

- NTP 339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034-Metodo-de-Ensayo-Normalizado-Para-La-Determinacion-de-La-Resistencia-a-La-Compresion-Del-Concreto-en-Muestras-Cilindricas>
- NTP 339.088. (2019). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland*. INACAL. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>
- NTP 400.037. (2018). *Agregados. Agregados para concreto. Requisitos*. INICAL. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>
- Olortin Valentin, A., & Chuquiyauri Rafael, E. K. (2020). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto al incrementar su temperatura por exposición al fuego – Huánuco [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5818>
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. (2000). *Perspectivas a Plazo Medio de Los Productos Basicos Proyecciones de Productos Basicos Agricolas Al Ano 2005*. Roma: FAO. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=rTcgon0sgdcC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=rTcgon0sgdcC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false)
- Ospina Garcia, M. A. (2021). *Análisis de concreto adicionado con residuos de llanta de caucho para la elaboración de prefabricados para urbanismo [Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/38544>
- Padilla, P. (1970). *Cimentaciones Y Estructuras de Hormigon Armado*. Editores Tecnicos Asociados. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=tpsNvQ72RvsC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA25&dq=modulo%20de%20finura&hl=es&pg=PA25#v=onepage&q=modulo%20de%20finura&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=tpsNvQ72RvsC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA25&dq=modulo%20de%20finura&hl=es&pg=PA25#v=onepage&q=modulo%20de%20finura&f=false)

- Penagos Rubiano, D. F. (2017). *Propuesta de mejora para el proceso de fabricación de empaques de caucho natural en industrias jolferb [Tesis de Pregrado, Fundación Universidad de América]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6587>
- Pérez Quiroz, J. T., López Miguel, A., Téllez Martínez, J. S., Arroyo Olvera, M., & Terán Guillén, J. (2023). *Estudio del comportamiento del concreto sometido a alta temperatura*. Querétaro: Comunicaciones secretaria de infraestructura, comunicaciones y transportes. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt726.pdf>
- Perles, P. (2003). *Hormigón armado*. Nobuko. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=4fLpxffkb90C&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA22&dq=endurecimiento%20del%20concreto&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=endurecimiento%20del%20concreto&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=4fLpxffkb90C&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA22&dq=endurecimiento%20del%20concreto&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=endurecimiento%20del%20concreto&f=false)
- Roque Ccorahua, A. S. (2020). *Propiedades mecánicas del concreto de mediana resistencia sometido a altas temperaturas del fuego, Lima - 2019 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88944>
- Salcedo Barrera, M. L. (2006). *Concreto de alto desempeño en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=NXgivJMCzIMC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PT16&dq=curado%20del%20concreto&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=curado%20del%20concreto&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=NXgivJMCzIMC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PT16&dq=curado%20del%20concreto&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=curado%20del%20concreto&f=false)
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Santa fé de Bogota: Bhandar Editores. Obtenido de [https://www.academia.edu/49045048/Tecnolog%C3%ADa\\_del\\_concreto\\_y\\_del\\_mortero\\_Diego\\_S%C3%A1nchez\\_5ta\\_Edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/49045048/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_y_del_mortero_Diego_S%C3%A1nchez_5ta_Edici%C3%B3n)
- Santos Aybar, G. N., & Román Acuña, D. A. (2021). *Propuesta de concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de caucho y microsílíce como reemplazo parcial del agregado fino y cemento para la construcción de edificios multifamiliares sostenibles [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de*

- Ciencias Aplicadas*]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659187>
- Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (1995). *Introducción a la química de los polímeros*. Barcelona: Reverte S.A. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=FOobaAs4Wp4C&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA570&dq=que%20es%20el%20caucho%20de%20neum%C3%A1ticos&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q=que%20es%20el%20caucho%20de%20neum%C3%A1ticos&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=FOobaAs4Wp4C&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA570&dq=que%20es%20el%20caucho%20de%20neum%C3%A1ticos&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q=que%20es%20el%20caucho%20de%20neum%C3%A1ticos&f=false)
- Tapia Medina, C. (2021). *Evaluación del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14142/176>
- Tito Apaza, H. (2022). *PEvaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  sometido a diferentes temperaturas de curado para pavimentos rígidos, Juliaca, Puno, 2022*[Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/106450>
- Uriarte Anali , E. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción ,pomalca-chiclayo*[Tesis de Pregrado,Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7498>
- Vázquez Cabanillas, C. E. (1999). *El auxiliar del conductor de obras*. Editorial Nobuko. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=Z\\_MC0RauNdQC&newbks=1&newbks\\_redir=0&lpg=PA241&dq=trabajabilidad&hl=es&pg=PA241#v=onepage&q=trabajabilidad&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Z_MC0RauNdQC&newbks=1&newbks_redir=0&lpg=PA241&dq=trabajabilidad&hl=es&pg=PA241#v=onepage&q=trabajabilidad&f=false)

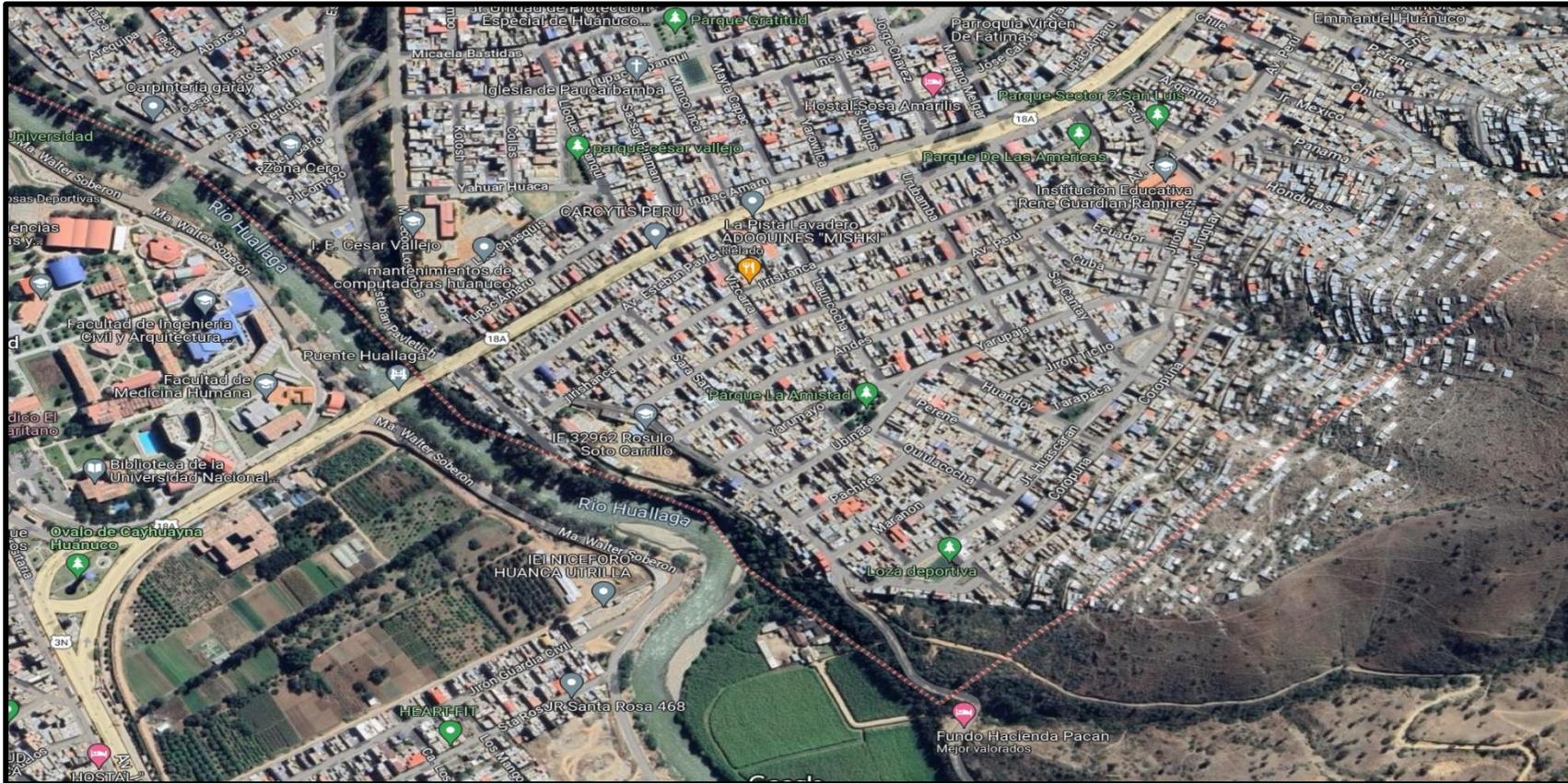
### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Alvarez Berrospi, A. P. (2024). *Evaluación de la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://...>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO



## ANEXO 2

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023”**

| FORMULACION DEL PROBLEMA   | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | METODOLOGÍA  |
|--|--|--|--|
| <p><b>PROBLEMA GENERAL:</b><br/>¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?</p>  | <p><b>OBJETIVO GENERAL:</b><br/>Determinar la resistencia a la compresión sometida a altas temperaturas de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.</p>  | <p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b><br/>La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a altas temperaturas en la ciudad de Huánuco – 2023.</p>  | <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p><b>ENFOQUE:</b><br/>Cuantitativo</p> <p><b>ALCANCE:</b><br/>Explicativa</p>  |
| <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a 75°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?</li> <li>• ¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a 100°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?</li> <li>• ¿Cuál será la resistencia a la compresión sometida a 125°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023?</li> </ul> | <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la resistencia a la compresión sometida a 75°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.</li> <li>• Determinar la resistencia a la compresión sometida a 100°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.</li> <li>• Determinar la resistencia a la compresión sometida a 125°C de un concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos en la ciudad de Huánuco – 2023.</li> </ul> | <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 75°C en la ciudad de Huánuco – 2023.</li> <li>• La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 100°C en la ciudad de Huánuco – 2023.</li> <li>• La resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos mejorará significativamente al someterle a 125°C en la ciudad de Huánuco – 2023.</li> </ul> | <p><b>DISEÑO:</b><br/>Experimental</p> <p><b>POBLACION:</b><br/>Estará representada por 160 probetas de concreto elaborado con 3% de reciclado de neumáticos que serán sometidas a diferentes temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C.</p> <p><b>MUESTRA:</b><br/>Sera compuesta por 40 especímenes de concreto, estos 40 especímenes serán elaborados con 3% de reciclado de neumáticos que serán</p> |

---

sometidas a diferentes temperaturas de 75°C, 100°C y 125°C.

**Variables:**

V.D.= Resistencia a la compresión del concreto elaborado con 3% de caucho reciclado de neumáticos.

V.I.= Altas temperaturas.

---

## ANEXO 3

### INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023 |
| SOLICITA | : BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | :   |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

|           |                                      |                   |  |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|--|
| ENSAYO    | CONTENIDO DE HUMEDAD                 |                   |  |
| NORMA     | MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127 |                   |  |
| CANTERA   | ANDABAMBA                            | FECHA DE MUESTREO |  |
| UBICACIÓN | HUANUCO                              | FECHA DE ENSAYO   |  |

#### AGREGADO GRUESO

| Descripción  | ID | Ensayo N° |   |   |
|--|----|-----------|---|---|
|  |    | 1         | 2 | 3 |
| Peso Tara (g)  | A  |           |   |   |
| Peso Tara más muestra Húmeda (g)                           | B  |           |   |   |
| Peso Tara más muestra Seca (g)                             | C  |           |   |   |
| Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), D = B – A             | D  |           |   |   |
| Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), E = C – A               | E  |           |   |   |
| Peso del Agua (g), F = B – C                               | F  |           |   |   |
| Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$ | G  |           |   |   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)                         |    |           |   |   |

**Noe Respaliza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

 JR. Independencia N° 1900

 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

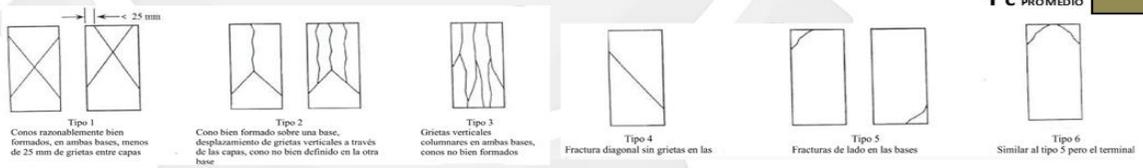
|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>ENSAYO</b>   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| <b>NORMA</b>    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| <b>PROYECTO</b> | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023" |
| <b>SOLICITA</b> | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPÍ   |
| <b>FECHA</b>    | : |  |
| <b>EQUIPO</b>   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES    |           |                         | f'c |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------------|-----|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETR O (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) |     |
| M-1     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-2     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-3     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-4     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-5     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-6     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-7     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-8     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-9     |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |
| M-10    |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   |                |           |                         |     |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

**Fc** : Resistencia a la Compresión del Mortero  
**P** : Carga Máxima  
**A** : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO

JR. Independencia N° 1900  
 970 181 387

*Noe Respaldiza*  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

*Obregon Espinoza Gino*  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

## ANEXO 4

### RESULTADOS DE LABORATORIO



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE DEL 2023   |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

|           |                                      |                   |            |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | CONTENIDO DE HUMEDAD                 |                   |            |
| NORMA     | MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127 |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                            | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                              | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

### AGREGADO GRUESO

| Descripción  | ID | Ensayo N°    |        |        |
|--|----|--------------|--------|--------|
|  |    | 1            | 2      | 3      |
| Peso Tara (g)  | A  | 101.00       | 101.00 | 102.00 |
| Peso Tara más muestra Húmeda (g)                           | B  | 537.00       | 517.00 | 535.00 |
| Peso Tara más muestra Seca (g)                             | C  | 528.00       | 514.00 | 531.00 |
| Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), D = B - A             | D  | 436.00       | 416.00 | 433.00 |
| Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), E = C - A               | E  | 427.00       | 413.00 | 429.00 |
| Peso del Agua (g), F = B - C                               | F  | 9.00         | 3.00   | 4.00   |
| Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$ | G  | 2.11%        | 0.73%  | 0.93%  |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)</b>                  |    | <b>1.26%</b> |        |        |

**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023 |
| SOLICITA | : BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | : SEPTIEMBRE DEL 2023   |

## CONTENIDO DE HUMEDAD

|           |                                      |                   |            |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | CONTENIDO DE HUMEDAD                 |                   |            |
| NORMA     | MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127 |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                            | FECHA DE MUESTREO | 04/05/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                              | FECHA DE ENSAYO   | 04/05/2023 |

## AGREGADO FINO

| Descripción   | ID | Ensayo N°    |        |        |
|---|----|--------------|--------|--------|
|   |    | 1            | 2      | 3      |
| Peso Tara (g)   | A  | 101.00       | 101.00 | 102.00 |
| Peso Tara más muestra Húmeda (g)                              | B  | 537.00       | 517.00 | 535.00 |
| Peso Tara más muestra Seca (g)                                | C  | 528.00       | 516.00 | 533.00 |
| Peso muestra Húmeda - $P_h$ (g), $D = B - A$                  | D  | 436.00       | 416.00 | 433.00 |
| Peso muestra Seca - $P_s$ (g), $E = C - A$                    | E  | 427.00       | 415.00 | 431.00 |
| Peso del Agua (g), $F = B - C$                                | F  | 9.00         | 1.00   | 2.00   |
| Contenido de Humedad (W%) $= \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$ | G  | 2.11%        | 0.24%  | 0.46%  |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)</b>                     |    | <b>0.94%</b> |        |        |

  
  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 218972

  
  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE DEL 2023   |

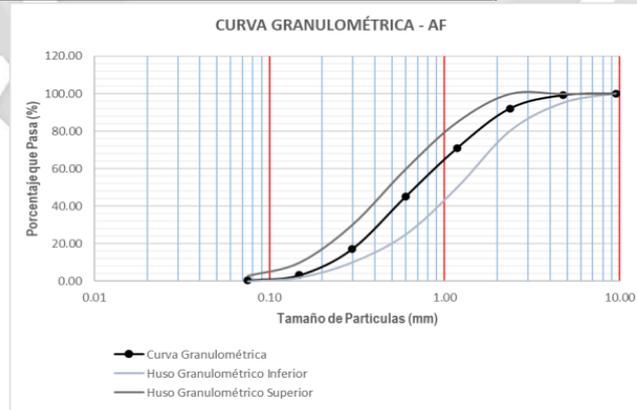
## GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

|           |                                    |                   |            |
|-----------|------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO      |                   |            |
| NORMA     | MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012 |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                          | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                            | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

| AGREGADO FINO |       | PESO MUESTRA SECA, Ws (gr) |            |                      | 1,000.00 gr |                |
|---------------|-------|----------------------------|------------|----------------------|-------------|----------------|
| TAMIZ         |       | PESO RETENIDO              | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA  |                |
| (pulg)        | (mm)  | (gr)                       | (%)        | (%)                  | ARENA       | ESPECIFICACIÓN |
| 3/8"          | 9.50  | 0.00                       | 0.00       | 0.00                 | 100.00      | 100            |
| N° 4          | 4.75  | 8.81                       | 0.88       | 0.88                 | 99.12       | 95             |
| N° 8          | 2.36  | 70.52                      | 7.05       | 7.93                 | 92.07       | 80             |
| N° 16         | 1.18  | 210.20                     | 21.03      | 28.96                | 71.04       | 50             |
| N° 30         | 0.60  | 257.70                     | 25.78      | 54.74                | 45.26       | 25             |
| N° 50         | 0.30  | 281.60                     | 28.17      | 82.90                | 17.10       | 10             |
| N° 100        | 0.15  | 138.21                     | 13.82      | 96.73                | 3.27        | 2              |
| N° 200        | 0.075 | 28.22                      | 2.82       | 99.55                | 0.45        | 0              |
| <b>FONDO</b>  |       | 4.50                       | 0.45       | 100.00               | 0.00        |                |
|               |       | 999.76                     | 100.00     |                      |             |                |

Error: 0.0240% → Ensayo Aceptado

|  |      |
|--|------|
| Módulo de Finura Agregado Fino   | 2.72 |
| $M.F. = \frac{\%ret. Acum\ malla (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$ |      |



**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE DEL 2023   |

## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO

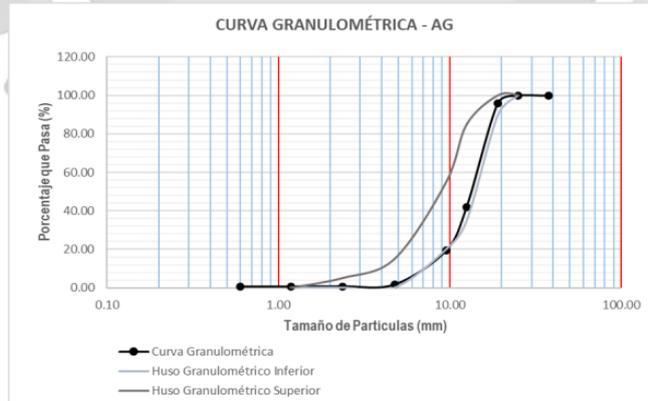
|           |                                    |                   |            |
|-----------|------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO    |                   |            |
| NORMA     | MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012 |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                          | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                            | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

| AGREGADO GRUESO |       | PESO MUESTRA SECA, Ws (gr) |            |                      | 5,000.00 gr |                |     |
|-----------------|-------|----------------------------|------------|----------------------|-------------|----------------|-----|
| TAMIZ           |       | PESO RETENIDO              | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA  |                |     |
| (pulg)          | (mm)  | (gr)                       | (%)        | (%)                  | GRAVA       | ESPECIFICACIÓN |     |
| 1 1/2"          | 37.50 | 0.00                       | 0.00       | 0.00                 | 100.00      |                |     |
| 1"              | 25.00 | 0.00                       | 0.00       | 0.00                 | 100.00      | 100            | 100 |
| 3/4"            | 19.00 | 204.00                     | 4.08       | 4.08                 | 95.92       | 90             | 100 |
| 1/2"            | 12.50 | 2,700.00                   | 54.05      | 58.14                | 41.86       | 35             | 85  |
| 3/8"            | 9.50  | 1,125.11                   | 22.52      | 80.66                | 19.34       | 20             | 55  |
| N° 4            | 4.75  | 884.00                     | 17.70      | 98.36                | 1.64        | 0              | 15  |
| N° 8            | 2.36  | 44.01                      | 0.88       | 99.24                | 0.76        | 0              | 5   |
| N° 16           | 1.18  | 6.21                       | 0.12       | 99.36                | 0.64        | 0              | 0   |
| N° 30           | 0.60  | 2.51                       | 0.05       | 99.41                | 0.59        |                |     |
| <b>FONDO</b>    |       | 29.27                      | 0.59       | 100.00               | 0.00        |                |     |
|                 |       | 4995.11                    | 100.00     |                      |             |                |     |

Error: 0.0978% → Ensayo Aceptado

|  |      |
|--|------|
| Módulo de Finura Agregado Grueso   | 6.81 |
| $M.F. = \frac{\%ret. Acum\ malla\ (N^{\circ}1\ 1/2" + N^{\circ}3/4" + N^{\circ}3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$ |      |

|  |      |
|--|------|
| Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso  | 3/4" |
| "Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% acumulado, o más del agregado grueso tamizado" |      |



  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPÍ ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE DEL 2023   |

## PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

|           |  |                   |            |
|-----------|--|-------------------|------------|
| ENSAYO    | PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS |                   |            |
| NORMA     | MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017      |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                              | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                                | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| Diámetro del Cilindro Metálico | 23.00 cm |
| Altura del Cilindro Metálico   | 24.08 cm |

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

| AGREGADO FINO                                       |     | Tamaño Máximo Nominal (TMN) |                 | < 1/2"          |                 | Volumen Molde | 0.01000 m³      |
|---|-----|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| DESCRIPCIÓN   | ID  | UND                         | 1               | 2               | 3               |               | RESULTADOS      |
| Peso del Molde + AF Compactado                      | A   | kg                          | 16.51           | 16.84           | 16.92           |               |                 |
| Peso del Molde                                      | B   | kg                          | 0.39            | 0.39            | 0.39            |               |                 |
| Peso del AF Compactado, C = A – B                   | C   | kg                          | 16.12           | 16.45           | 16.53           |               |                 |
| <b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b><br>= C / Vol. Molde | D   | kg/m³                       | <b>1,611.65</b> | <b>1,643.94</b> | <b>1,652.33</b> |               | <b>1,635.97</b> |
| Peso del Molde + AF Suelto                          | E   | kg                          | 15.42           | 15.59           | 15.41           |               |                 |
| Peso del AF Suelto, F = E – B                       | F   | kg                          | 15.03           | 15.20           | 15.02           |               |                 |
| <b>PESO UNITARIO SUELTO</b><br>F / Vol. Molde       | G = | kg/m³                       | <b>1,502.30</b> | <b>1,519.09</b> | <b>1,501.40</b> |               | <b>1,507.60</b> |

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| Diámetro del Cilindro Metálico | 23.00 cm |
| Altura del Cilindro Metálico   | 24.08 cm |

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

| AGREGADO GRUESO                                     |    | Tamaño Máximo Nominal (TMN) |                 | 3/4"            |                 | Volumen Molde | 0.01000 m³      |
|---|----|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| DESCRIPCIÓN   | ID | UND                         | 1               | 2               | 3               |               | RESULTADO       |
| Peso del Molde + AG Compactado                      | A  | kg                          | 15.46           | 15.51           | 15.56           |               |                 |
| Peso del Molde                                      | B  | kg                          | 0.39            | 0.39            | 0.39            |               |                 |
| Peso del AG Compactado, C = A – B                   | C  | kg                          | 15.07           | 15.12           | 15.17           |               |                 |
| <b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b><br>= C / Vol. Molde | D  | kg/m³                       | <b>1,506.40</b> | <b>1,511.50</b> | <b>1,516.39</b> |               | <b>1,511.43</b> |
| Peso del Molde + AG Suelto                          | E  | kg                          | 14.11           | 14.28           | 14.33           |               |                 |
| Peso del AG Suelto, F = E – B                       | F  | kg                          | 13.72           | 13.89           | 13.94           |               |                 |
| <b>PESO UNITARIO SUELTO</b><br>G = F / Vol. Molde   | G  | kg/m³                       | <b>1,371.36</b> | <b>1,387.95</b> | <b>1,393.35</b> |               | <b>1,384.22</b> |



📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023 |
| SOLICITA | : BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | : SEPTIEMBRE DEL 2023   |

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF

|           |                                      |                   |            |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF |                   |            |
| NORMA     | MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022   |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                            | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                              | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

| DESCRIPCIÓN   | ID | UND                | 1        | 2        | 3        | RESULTADOS |
|---|----|--------------------|----------|----------|----------|------------|
| Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (Psss)  | A  | gr                 | 500.00   | 500.00   | 500.00   |            |
| Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml           | B  | gr                 | 651.00   | 651.00   | 651.00   |            |
| Peso del frasco + Agua + Psss, C = A + B              | C  | gr                 | 1,151.00 | 1,151.00 | 1,151.00 |            |
| Peso del frasco + Psss + Agua hasta la marca de 500ml | D  | gr                 | 956.00   | 957.00   | 960.00   |            |
| Volumen de masa + Volumen de vacío, E = C - D         | E  | cm <sup>3</sup>    | 195.00   | 194.00   | 191.00   |            |
| Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)         | F  | gr                 | 489.08   | 490.97   | 495.50   |            |
| Volumen de masa, G = E - (A - F)                      | G  | cm <sup>3</sup>    | 184.08   | 184.97   | 186.50   |            |
| PESO ESPECÍFICO BULK (base seca)<br>H = F / E         | H  | gr/cm <sup>3</sup> | 2.51     | 2.53     | 2.59     | 2.54       |
| PESO ESPECÍFICO (base saturada)<br>I = A / E          | I  | gr/cm <sup>3</sup> | 2.56     | 2.58     | 2.62     | 2.59       |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca)<br>J = F / G     | J  | gr/cm <sup>3</sup> | 2.66     | 2.65     | 2.66     | 2.66       |
| ABSORCIÓN<br>K = [(A - F) / F]*100                    | K  | %                  | 2.23%    | 1.84%    | 0.91%    | 0.02       |

**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE DEL 2023   |

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AG

|           |                                      |                   |            |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AG |                   |            |
| NORMA     | MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022   |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                            | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                              | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

| DESCRIPCIÓN   | ID | UND                | 1        | 2        | 3        | RESULTADOS |
|---|----|--------------------|----------|----------|----------|------------|
| Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire | A  | gr                 | 3,030.00 | 3,060.00 | 3,074.00 |            |
| Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua | B  | gr                 | 1,860.00 | 1,894.00 | 1,872.00 |            |
| Volumen de masa + Volumen de vacío, C = A - B         | C  | gr                 | 1,170.00 | 1,166.00 | 1,202.00 |            |
| Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)         | D  | gr                 | 2,993.00 | 3,033.00 | 3,030.00 |            |
| Volumen de masa, E = C - (A - D)                      | E  | cm <sup>3</sup>    | 1,133.00 | 1,139.00 | 1,158.00 |            |
| PESO ESPECÍFICO BULK (base seca)<br>F = D / C         | F  | gr/cm <sup>3</sup> | 2.56     | 2.60     | 2.52     | 2.56       |
| PESO ESPECÍFICO (base saturada)<br>G = A / C          | G  | gr/cm <sup>3</sup> | 2.59     | 2.62     | 2.56     | 2.59       |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca)<br>H = D / E     | H  | gr/cm <sup>3</sup> | 2.64     | 2.66     | 2.62     | 2.64       |
| ABSORCIÓN<br>I = [(A - D) / D] * 100                  | I  | %                  | 1.24%    | 0.89%    | 1.45%    | 1.19%      |

  
  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

  
  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE DEL 2023   |

## ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

|           |                                       |                   |            |
|-----------|---------------------------------------|-------------------|------------|
| ENSAYO    | ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS |                   |            |
| NORMA     | MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019    |                   |            |
| CANTERA   | ANDABAMBA                             | FECHA DE MUESTREO | 25/09/2023 |
| UBICACIÓN | HUANUCO                               | FECHA DE ENSAYO   | 25/09/2023 |

## ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

| DESCRIPCIÓN   | ID | UND | 1        | 2        | 3        | RESULTADOS |
|---|----|-----|----------|----------|----------|------------|
| Peso muestra total  | A  | gr  | 5,001.00 | 5,004.00 | 5,003.00 |            |
| Peso retenido en tamiz N° 12                                    | B  | gr  | 2,929.30 | 4,145.70 | 3,451.30 |            |
| DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES<br>$C = [(A - B) / A] * 100$ | C  | %   | 41.43%   | 17.15%   | 31.02%   | 29.86%     |



  
  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

  
  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |
|----------|---|
| PROYECTO | EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023 |
| SOLICITA | BACH. ALVAREZ BERROSPI ANGEL PAULINO  |
| FECHA    | SEPTIEMBRE  |

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

### I) REQUERIMIENTOS

|  |                        |
|--|------------------------|
| Resistencia Especificada ( $f'_{c28}$ )    | 210 kg/cm <sup>2</sup> |
| Uso (Tipo de Estructura)                   | Columnas               |
| Consistencia                               | Plástica               |
| Condición de Exposición                    | Sin Aire Incorporado   |
| Condiciones Específicas de Exposición      | Sin Condición Especial |
| Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos | No                     |
| Desviación Estándar (S)                    | 70 kg/cm <sup>2</sup>  |
| Asentamiento (Uso)                         | 3 a 4 Pulgadas         |
| Asentamiento (Consistencia)                | 3 a 4 Pulgadas         |

### II) MATERIALES

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◻ CEMENTO</li> <li>◻ AGUA</li> <li>◻ AGREGADO FINO</li> </ul> | <p>Andino Tipo I</p> <p>Potable</p> <p>→ <b>Peso Especifico</b></p> <p>3.15 g/cm<sup>3</sup></p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◻ AGREGADO GRUESO</li> </ul>                                  | <p>Peso Especifico 2.660 g/cm<sup>3</sup></p> <p>Absorción 0.020%</p> <p>Contenido de Humedad 0.940%</p> <p>Módulo de Finura 2.72</p> <p>Tamaño Máximo Nominal 3/4"</p> <p>Peso Especifico 2.640 g/cm<sup>3</sup></p> <p>Peso Seco Compactado 1511.430 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Absorción 29.860%</p> <p>Contenido de Humedad 1.260%</p> |

### III) DESARROLLO

#### 1) DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

$f_{cr} = 280.000 \text{ kg/cm}^2$

#### 2) SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

TMN = 3/4"

#### 3) SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Slump = 3 a 4 Pulgadas

#### 4) VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

205 L/m<sup>3</sup>

#### 5) CONTENIDO DE AIRE

2.0 %

#### 6) RELACIÓN AGUA / CEMENTO

a/c Por Resistencia 0.578

a/c Por Durabilidad

A/C de diseño es 0.578

#### 7) FACTOR CEMENTO

354.671 kg/m<sup>3</sup>

8.345 bl/m<sup>3</sup>

#### 8) CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Vol. A.G. Seco Compactado 0.628

Peso Agr. Grueso Seco 949.178 kg/m<sup>3</sup>

  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## 9 CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

|                              |   |              |                      |
|------------------------------|---|--------------|----------------------|
| Cemento                      | = | 0.113        | m <sup>3</sup>       |
| Agua                         | = | 0.205        | m <sup>3</sup>       |
| Aire                         | = | 0.020        | m <sup>3</sup>       |
| Agr. Grueso                  | = | 0.360        | m <sup>3</sup>       |
| <b>Σ Volúmenes Absolutos</b> |   | <b>0.698</b> | <b>m<sup>3</sup></b> |

## 10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO

|                         |         |                   |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Vol. Absoluto Agr. Fino | 0.302   | m <sup>3</sup>    |
| Peso Agr. Fino Seco     | 803.320 | kg/m <sup>3</sup> |

## 11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

|                      |         |                   |
|----------------------|---------|-------------------|
| Cemento              | 354.671 | kg/m <sup>3</sup> |
| Agua de Diseño       | 205.000 | L/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Fino Seco   | 803.320 | kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Seco | 949.178 | kg/m <sup>3</sup> |

## 12 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

### AGREGADO FINO

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Contenido de Humedad | 0.940%                    |
| Peso Húmedo A.F.     | 810.871 kg/m <sup>3</sup> |

### AGREGADO GRUESO

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Contenido de Humedad | 1.260%                    |
| Peso Húmedo A.G.     | 961.138 kg/m <sup>3</sup> |

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

|                      |          |
|----------------------|----------|
| H.S. Agregado Fino   | 0.920%   |
| H.S. Agregado Grueso | -28.600% |

### APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

|                      |                 |                        |
|----------------------|-----------------|------------------------|
| A.H. Agregado Fino   | 7.391           | L/m <sup>3</sup>       |
| A.H. Agregado Grueso | -271.465        | L/m <sup>3</sup>       |
|                      | <b>-264.074</b> | <b>L/m<sup>3</sup></b> |

|               |         |                  |
|---------------|---------|------------------|
| Agua Efectiva | 469.074 | L/m <sup>3</sup> |
|---------------|---------|------------------|

## PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

|                        |         |                   |   |     |                   |
|------------------------|---------|-------------------|---|-----|-------------------|
| Cemento                | 354.671 | kg/m <sup>3</sup> | = | 355 | kg/m <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva          | 469.074 | L/m <sup>3</sup>  | = | 469 | L/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Fino Húmedo   | 810.871 | kg/m <sup>3</sup> | = | 811 | kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 961.138 | kg/m <sup>3</sup> | = | 961 | kg/m <sup>3</sup> |

## 13 PROPORCIÓN EN PESO

|                 |       |
|-----------------|-------|
| CEMENTO         | 1     |
| AGREGADO FINO   | 2.286 |
| AGREGADO GRUESO | 2.71  |
| AGUA            | 56.21 |

**DOSIFICACIÓN** 1 : 2.286 : 2.71 : 56.21 Litros/Bolsa

|                                 |       |           |
|---------------------------------|-------|-----------|
| Relación Agua/Cemento de Diseño | 0.578 |           |
| Relación Agua/Cemento Efectiva  | 1.323 | Corregida |

  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## 14 PESO POR TANDA DE UN SACO O BOLSA

Peso de 1 bolsa de Cemento 42.50 kg

|                        |         |          |
|------------------------|---------|----------|
| Cemento                | 42.500  | kg/bolsa |
| Agua Efectiva          | 56.210  | L/bolsa  |
| Agregado Fino Húmedo   | 97.155  | kg/bolsa |
| Agregado Grueso Húmedo | 115.175 | kg/bolsa |

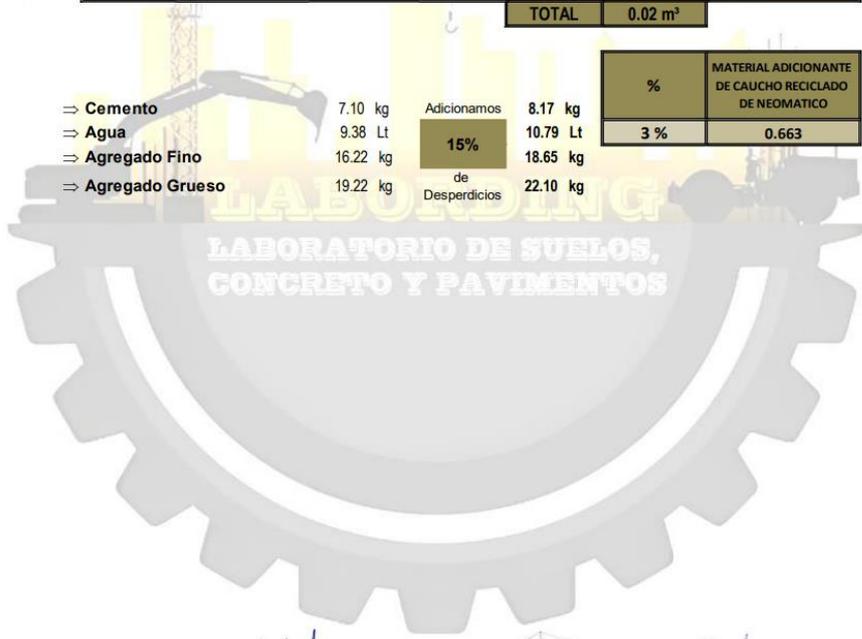
## IV) APLICACIÓN

### 1 CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN

| DIMENSIONES  |           |          |                 | N° VECES | VOLUMEN m <sup>3</sup>    | Considerar Volumen... |
|--------------|-----------|----------|-----------------|----------|---------------------------|-----------------------|
| LONGITUD (m) | ANCHO (m) | ALTO (m) | ÁREA / DIÁMETRO |          |                           |                       |
|              |           | 0.20     | 0.10            | 10       | 0.02                      | CILÍNDRICO (diámetro) |
|              |           |          |                 |          | 0.00                      | CÚBICO                |
|              |           |          |                 |          | 0.00                      | CÚBICO                |
|              |           |          |                 |          | 0.00                      | CÚBICO                |
|              |           |          |                 |          | 0.00                      | CÚBICO                |
| <b>TOTAL</b> |           |          |                 |          | <b>0.02 m<sup>3</sup></b> |                       |

|                   |          |              |          |
|-------------------|----------|--------------|----------|
| ⇒ Cemento         | 7.10 kg  | Adicionamos  | 8.17 kg  |
| ⇒ Agua            | 9.38 Lt  | <b>15%</b>   | 10.79 Lt |
| ⇒ Agregado Fino   | 16.22 kg | de           | 18.65 kg |
| ⇒ Agregado Grueso | 19.22 kg | Desperdicios | 22.10 kg |

|            |   |
|------------|---|
| %          | MATERIAL ADICIONANTE DE CAUCHO RECICLADO DE NEOMÁTICO |
| <b>3 %</b> | <b>0.663</b>  |



  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA       | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c          |
|---------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|--------------|
|               |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |              |
| M-1 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.10 kn          | 6,638.25 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 84.52 kg/cm² |
| M-2 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.44 kn          | 6,672.92 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 84.96 kg/cm² |
| M-3 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.34 kn          | 6,662.72 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 84.83 kg/cm² |
| M-4 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.87 kn          | 6,716.76 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 85.52 kg/cm² |
| M-5 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.49 kn          | 6,678.02 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 85.03 kg/cm² |
| M-6 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.39 kn          | 6,667.82 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 84.90 kg/cm² |
| M-7 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.61 kn          | 6,690.25 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 85.18 kg/cm² |
| M-8 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 65.09 kn          | 6,637.23 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 84.51 kg/cm² |
| M-9 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 68.11 kn          | 6,945.18 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 88.43 kg/cm² |
| M-10 (PATRON) | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 68.64 kn          | 6,999.22 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 89.12 kg/cm² |

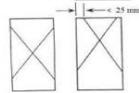
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

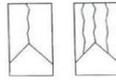
Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capes.



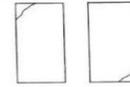
Tipo 2  
Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capes, como no bien definidas en la otra base.



Tipo 3  
Grietas verticales colomares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las bases.



Tipo 5  
Fracturas de lado en las bases.



Tipo 6  
Similar al tipo 5 pero el terminal.

f'c PROMEDIO 85.70 kg/cm²

Noe Respaldiza Munguia  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>ENSAYO</b>   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| <b>NORMA</b>    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| <b>PROYECTO</b> | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| <b>SOLICITA</b> | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| <b>FECHA</b>    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| <b>EQUIPO</b>   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c          |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|--------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |              |
| M-1     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 67.25 kn          | 6,857.48 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 87.31 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.34 kn          | 6,764.69 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.13 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.74 kn          | 6,805.48 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.65 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.91 kn          | 6,822.81 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.87 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 67.34 kn          | 6,866.66 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 87.43 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.51 kn          | 6,782.02 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.35 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 67.31 kn          | 6,863.60 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 87.39 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.84 kn          | 6,815.67 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.78 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.95 kn          | 6,826.89 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.92 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.45 kn          | 6,775.91 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 86.27 kg/cm² |

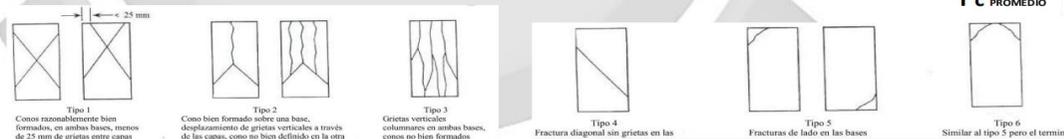
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO **86.81 kg/cm²**

**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>ENSAYO</b>   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| <b>NORMA</b>    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| <b>PROYECTO</b> | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| <b>SOLICITA</b> | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPÍ   |
| <b>FECHA</b>    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| <b>EQUIPO</b>   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |                         | f'c                      |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|-------------------------|--------------------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) |                          |
| M-1     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 67.25 kn          | 6,857.48 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 87.31 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-2     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.34 kn          | 6,764.69 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.13 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-3     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.74 kn          | 6,805.48 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.65 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-4     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.91 kn          | 6,822.81 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.87 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-5     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 67.34 kn          | 6,866.66 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 87.43 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-6     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.51 kn          | 6,782.02 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.35 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-7     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 67.31 kn          | 6,863.60 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 87.39 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-8     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.84 kn          | 6,815.67 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.78 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-9     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.95 kn          | 6,826.89 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.92 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-10    | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 66.45 kn          | 6,775.91 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 86.27 kg/cm <sup>2</sup> |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero  
P : Carga Máxima  
A : Área de la Superficie de Carga

Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2  
Conos bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base

Tipo 3  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las

Tipo 5  
Fracturas de fado en las bases

Tipo 6  
Similar al tipo 5 pero el terminal

**f'c PROMEDIO** 86.81 kg/cm<sup>2</sup>

**Noe Respaldiza Munguia**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

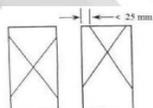
|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c          |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|--------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |              |
| M-1     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 69.74 kn          | 7,111.39 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 90.54 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 70.51 kn          | 7,189.90 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 91.54 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 69.91 kn          | 7,128.72 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 90.77 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 69.64 kn          | 7,101.19 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 90.41 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 70.50 kn          | 7,188.89 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 91.53 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 69.88 kn          | 7,125.66 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 90.73 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 69.98 kn          | 7,135.86 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 90.86 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 70.31 kn          | 7,169.51 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 91.28 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 70.05 kn          | 7,143.00 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 90.95 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 28/09/2023      | 3 días       | 70.24 kn          | 7,162.37 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 91.19 kg/cm² |

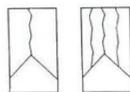
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c : Resistencia a la Compresión del Mortero  
P : Carga Máxima  
A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capus.



Tipo 2  
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capus, cono no bien definido en la otra base.



Tipo 3  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las bases.



Tipo 5  
Fracturas de lado en las bases.



f'c PROMEDIO

90.98 kg/cm²

JR. Independencia N° 1900

970 181 387

**Noe Respaldiza Munguia**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
Y PAVIMENTOS



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA       | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|               |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.40 kn         | 10,747.64 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 136.84 kg/cm² |
| M-2 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.64 kn         | 10,772.11 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 137.15 kg/cm² |
| M-3 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.20 kn         | 10,727.24 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 136.58 kg/cm² |
| M-4 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.80 kn         | 10,788.43 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 137.36 kg/cm² |
| M-5 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.34 kn         | 10,741.52 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 136.76 kg/cm² |
| M-6 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.39 kn         | 10,746.62 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 136.83 kg/cm² |
| M-7 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.67 kn         | 10,775.17 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 137.19 kg/cm² |
| M-8 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.58 kn         | 10,765.99 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 137.08 kg/cm² |
| M-9 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.31 kn         | 10,738.46 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 136.73 kg/cm² |
| M-10 (PATRON) | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 105.07 kn         | 10,713.99 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 136.41 kg/cm² |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero  
 P : Carga Máxima  
 A : Área de la Superficie de Carga

**f'c PROMEDIO** 136.89 kg/cm²

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre conos

Tipo 2: Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal

*Noe Respaldiza Munguia*  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

*Obregón Espinoza Gino*  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>ENSAYO</b>   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| <b>NORMA</b>    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| <b>PROYECTO</b> | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| <b>SOLICITA</b> | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| <b>FECHA</b>    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| <b>EQUIPO</b>   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |                         | f'c                      |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|-------------------------|--------------------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) |                          |
| M-1     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 69.74 kn          | 7,111.39 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 90.54 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-2     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 70.51 kn          | 7,189.90 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 91.54 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-3     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 69.91 kn          | 7,128.72 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 90.77 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-4     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 69.64 kn          | 7,101.19 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 90.41 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-5     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 70.50 kn          | 7,188.89 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 91.53 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-6     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 69.88 kn          | 7,125.66 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 90.73 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-7     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 69.98 kn          | 7,135.86 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 90.86 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-8     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 70.31 kn          | 7,169.51 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 91.28 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-9     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 70.05 kn          | 7,143.00 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 90.95 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-10    | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 70.24 kn          | 7,162.37 kg       | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 91.19 kg/cm <sup>2</sup> |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga

Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2  
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra

Tipo 3  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las

Tipo 5  
Fracturas de lado en las bases

Tipo 6  
Similar al tipo 5 pero el terminal

**f'c PROMEDIO** 90.98 kg/cm<sup>2</sup>

**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRESA DIGITAL STYE 2000  |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 109.55 kn         | 11,170.81 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 142.23 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 110.20 kn         | 11,237.09 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 143.07 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 109.81 kn         | 11,197.33 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 142.57 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 110.41 kn         | 11,258.51 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 143.35 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 110.08 kn         | 11,224.86 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 142.92 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 109.76 kn         | 11,192.23 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 142.50 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 109.90 kn         | 11,206.50 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 142.69 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 110.30 kn         | 11,247.29 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 143.20 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 110.34 kn         | 11,251.37 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 143.26 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 109.67 kn         | 11,183.05 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 142.39 kg/cm² |

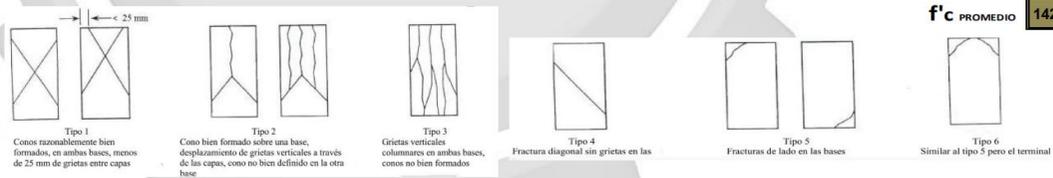
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 142.82 kg/cm²

Noe Respaldiza Munguia  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

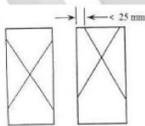
|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRESA DIGITAL STYE 2000  |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES     |           |            | f'c           |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------|---------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIÁMETRO Ø (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.10 kn         | 11,430.84 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 145.54 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.81 kn         | 11,503.24 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 146.46 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.64 kn         | 11,485.90 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 146.24 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.37 kn         | 11,458.37 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 145.89 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.42 kn         | 11,463.47 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 145.96 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.46 kn         | 11,467.55 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 146.01 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.40 kn         | 11,461.43 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 145.93 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.08 kn         | 11,428.80 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 145.52 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.19 kn         | 11,440.01 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 145.66 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 02/10/2023      | 7 días       | 112.91 kn         | 11,513.43 kg      | 10.000          | 20.000    | 78.540     | 146.59 kg/cm² |

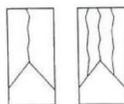
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c: Resistencia a la Compresión del Mortero  
 P: Carga Máxima  
 A: Área de la Superficie de Carga



Tipo 1  
 Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



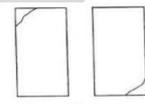
Tipo 2  
 Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de los vagos, como no bien definidas en la otra base



Tipo 3  
 Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4  
 Fractura diagonal sin grietas en las



Tipo 5  
 Fracturas de lado en las bases



f'c PROMEDIO 145.98 kg/cm²

JR. Independencia N° 1900

970 181 387

*Noe Respaldiza Munguia*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

*Obregón Espinoza Gino*  
 OBREGÓN ESPINOZA GINO  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

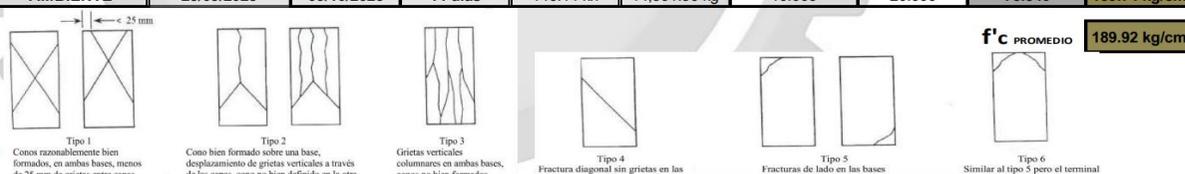
|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPÍ   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRESA DIGITAL STYE 2000  |

| MUESTRA       | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|               |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 146.20 kn         | 14,908.01 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.81 kg/cm² |
| M-2 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 147.11 kn         | 15,000.81 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 191.00 kg/cm² |
| M-3 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 145.71 kn         | 14,858.05 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.18 kg/cm² |
| M-4 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 146.31 kn         | 14,919.23 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.96 kg/cm² |
| M-5 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 145.86 kn         | 14,873.34 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.37 kg/cm² |
| M-6 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 147.03 kn         | 14,992.65 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 190.89 kg/cm² |
| M-7 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 146.89 kn         | 14,978.37 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 190.71 kg/cm² |
| M-8 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 145.66 kn         | 14,852.95 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.11 kg/cm² |
| M-9 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 145.91 kn         | 14,878.44 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.44 kg/cm² |
| M-10 (PATRON) | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 146.14 kn         | 14,901.90 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 189.74 kg/cm² |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c : Resistencia a la Compresión del Mortero  
P : Carga Máxima  
A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 189.92 kg/cm²

Noe Respaldiza Munguia  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |                         | f'c                       |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) |                           |
| M-1     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.20 kn         | 15,111.95 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 192.41 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-2     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.82 kn         | 15,175.18 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 193.22 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-3     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.33 kn         | 15,125.21 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 192.58 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-4     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.16 kn         | 15,107.88 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 192.36 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-5     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 149.03 kn         | 15,196.59 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 193.49 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-6     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.76 kn         | 15,169.06 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 193.14 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-7     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.34 kn         | 15,126.23 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 192.59 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-8     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.77 kn         | 15,170.08 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 193.15 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-9     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.36 kn         | 15,128.27 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 192.62 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-10    | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 148.13 kn         | 15,104.82 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 192.32 kg/cm <sup>2</sup> |

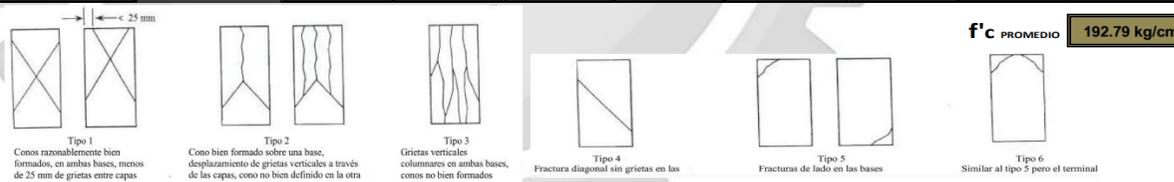
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



*Noe Respaldiza Munguia*  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 218972

*Obregón Espinoza Gino*  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |                         | f'c                       |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) |                           |
| M-1     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.70 kn         | 15,366.88 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 195.66 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-2     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.31 kn         | 15,327.11 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 195.15 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-3     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.42 kn         | 15,338.33 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 195.29 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-4     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.22 kn         | 15,419.90 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 196.33 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-5     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.40 kn         | 15,336.29 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 195.27 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-6     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.42 kn         | 15,440.30 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 196.59 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-7     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.89 kn         | 15,386.25 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 195.90 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-8     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.36 kn         | 15,434.18 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 196.51 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-9     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.93 kn         | 15,390.33 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 195.96 kg/cm <sup>2</sup> |
| M-10    | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 150.99 kn         | 15,396.45 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540                  | 196.03 kg/cm <sup>2</sup> |

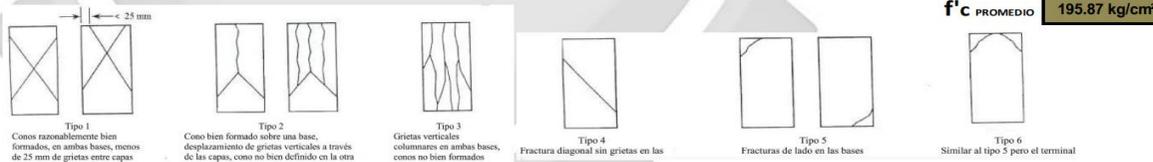
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



**Noe Respaldiza Munguía**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 152.08 kn         | 15,507.60 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 197.45 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.88 kn         | 15,487.20 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 197.19 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.24 kn         | 15,421.94 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 196.36 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.47 kn         | 15,445.40 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 196.66 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.73 kn         | 15,471.91 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 196.99 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.55 kn         | 15,453.55 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 196.76 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.79 kn         | 15,478.03 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 197.07 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 152.01 kn         | 15,500.46 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 197.36 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.61 kn         | 15,459.67 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 196.84 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 09/10/2023      | 14 días      | 151.28 kn         | 15,426.02 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 196.41 kg/cm² |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c : Resistencia a la Compresión del Mortero  
 P : Carga Máxima  
 A : Área de la Superficie de Carga



*Noe Respaldiza Munguia*  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

*Obregón Espinoza Gino*  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900  
 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRESA DIGITAL STYE 2000  |

| MUESTRA       | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|               |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.44 kn         | 16,564.01 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 210.90 kg/cm² |
| M-2 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.80 kn         | 16,600.72 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 211.37 kg/cm² |
| M-3 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.49 kn         | 16,569.11 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 210.96 kg/cm² |
| M-4 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.82 kn         | 16,602.76 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 211.39 kg/cm² |
| M-5 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.77 kn         | 16,597.66 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 211.33 kg/cm² |
| M-6 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.34 kn         | 16,553.81 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 210.77 kg/cm² |
| M-7 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.59 kn         | 16,579.30 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 211.09 kg/cm² |
| M-8 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.47 kn         | 16,567.07 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 210.94 kg/cm² |
| M-9 (PATRON)  | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 162.91 kn         | 16,611.93 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 211.51 kg/cm² |
| M-10 (PATRON) | 3%                                  | AMBIENTE    | 25/09/2023           | 05/05/2023      | 28 días      | 162.09 kn         | 16,528.32 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 210.44 kg/cm² |

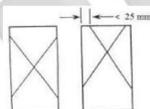
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

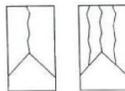
Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2  
Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las bases



Tipo 5  
Fracturas de lado en las bases



Tipo 6  
Similar al tipo 5 pero el terminal

f'c PROMEDIO 211.07 kg/cm²



Noe Respaldiza Munguia  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 218972



OBREGÓN ESPINOZA GINO  
TEC. LABORARISTA DE SUELOS, CONCRETO  
Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

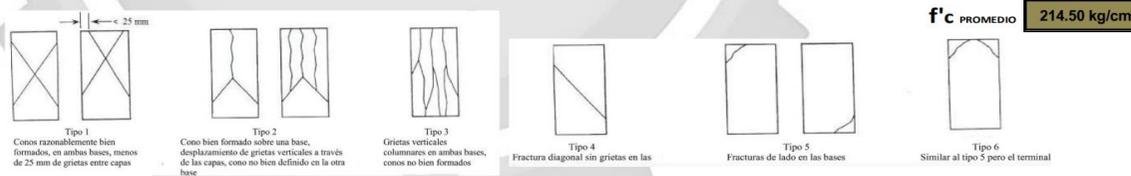
|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRESA DIGITAL STYE 2000  |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.23 kn         | 16,848.50 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.52 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 164.91 kn         | 16,815.87 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.11 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.11 kn         | 16,836.27 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.37 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.75 kn         | 16,901.53 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 215.20 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.08 kn         | 16,833.21 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.33 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.22 kn         | 16,847.48 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.51 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 164.89 kn         | 16,813.83 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.08 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.38 kn         | 16,863.80 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.72 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 165.61 kn         | 16,887.25 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 215.01 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 75°C        | 25/09/2023           | 05/05/2023      | 28 días      | 164.95 kn         | 16,819.95 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 214.16 kg/cm² |

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c : Resistencia a la Compresión del Mortero  
 P : Carga Máxima  
 A : Área de la Superficie de Carga



**Noe Respaliza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 218972

**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS

📍 JR. Independencia N° 1900

☎ 970 181 387



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

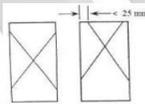
|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES   |           |            | f'c           |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETRO (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 167.22 kn         | 17,051.42 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 217.10 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 166.49 kn         | 16,976.99 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.16 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 167.13 kn         | 17,042.25 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.99 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 166.57 kn         | 16,985.14 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.26 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 167.45 kn         | 17,074.88 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 217.40 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 166.93 kn         | 17,021.85 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.73 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 166.93 kn         | 17,021.85 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.73 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 167.05 kn         | 17,034.09 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.88 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 166.99 kn         | 17,027.97 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.81 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 100°C       | 25/09/2023           | 05/05/2023      | 28 días      | 166.76 kn         | 17,004.52 kg      | 10.000        | 20.000    | 78.540     | 216.51 kg/cm² |

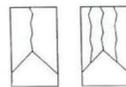
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero  
 P : Carga Máxima  
 A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2  
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las bases



Tipo 5  
Fracturas de lado en las bases



Tipo 6  
Similar al tipo 5 pero el terminal

f'c PROMEDIO 216.76 kg/cm²

JR. Independencia N° 1900

970 181 387

*Noe Respaldiza Munguia*  
**Noe Respaldiza Munguia**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 218972

*Obregon Espinoza Gino*  
**OBREGÓN ESPINOZA GINO**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

|          |   |  |
|----------|---|--|
| ENSAYO   | : | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS  |
| NORMA    | : | MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034  |
| PROYECTO | : | TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023" |
| SOLICITA | : | BACH. ANGEL PAULINO ALVAREZ BERROSPI   |
| FECHA    | : | SEPTIEMBRE - 2023  |
| EQUIPO   | : | PRENSA DIGITAL STYE 2000   |

| MUESTRA | % DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS | TEMPERATURA | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ENSAYO | EDAD MORTERO | CARGA MÁXIMA (KN) | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESPECÍMENES    |           |            | f'c           |
|---------|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------|------------|---------------|
|         |                                     |             |                      |                 |              |                   |                   | DIAMETR O (cm) | ALTO (cm) | ÁREA (cm2) |               |
| M-1     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.33 kn         | 17,266.58 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.84 kg/cm² |
| M-2     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 168.93 kn         | 17,225.79 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.33 kg/cm² |
| M-3     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.59 kn         | 17,293.09 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 220.18 kg/cm² |
| M-4     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.37 kn         | 17,270.66 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.90 kg/cm² |
| M-5     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.47 kn         | 17,280.86 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 220.03 kg/cm² |
| M-6     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.09 kn         | 17,242.11 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.53 kg/cm² |
| M-7     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.74 kn         | 17,308.39 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 220.38 kg/cm² |
| M-8     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.11 kn         | 17,244.15 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.56 kg/cm² |
| M-9     | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 23/10/2023      | 28 días      | 169.38 kn         | 17,271.68 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.91 kg/cm² |
| M-10    | 3%                                  | 125°C       | 25/09/2023           | 05/05/2023      | 28 días      | 168.83 kn         | 17,215.60 kg      | 10.000         | 20.000    | 78.540     | 219.20 kg/cm² |

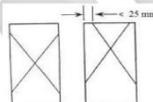
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

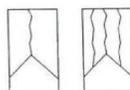
Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2  
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4  
Fractura diagonal sin grietas en las bases



Tipo 5  
Fracturas de lado en las bases



Tipo 6  
Similar al tipo 5 pero el terminal

f'c PROMEDIO 219.78 kg/cm²

Noe Respaldiza Munguia  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO  
Y PAVIMENTOS

JR. Independencia N° 1900

970 181 387

## ANEXO 5

### PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura 16**

*Adición del desmoldante a los moldes cilíndricos de 20 x 10 cm de diámetro*



*Nota. Se le cubrirá las paredes de los moldes cilíndricos con un desmoldante para mayor facilidad para desencofrar.*

**Figura 17**

*Selección del agregado fino*



*Nota. Se recolecto los agregados de la cantera de Andabamba para realizar la dosificación de concreto de las probetas cilíndricas.*

**Figura 18**

*Selección del agregado Grueso*



*Nota. Se recolecto los agregados de la cantera de Andabamba para realizar la dosificación de concreto de las probetas cilíndricas.*

**Figura 19**

*Pesado del agregado Grueso*



*Nota. se pesará el agregado fino según la dosificación del concreto según el ACI 211.*

**Figura 20**

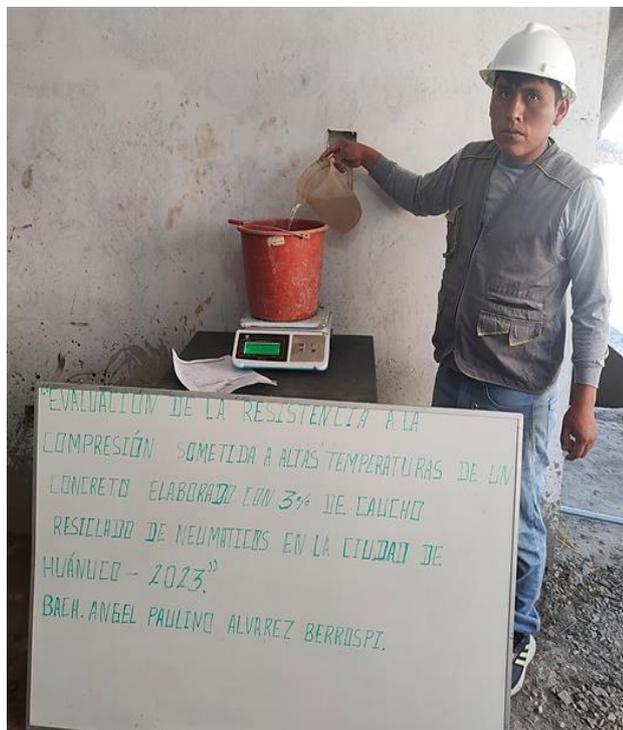
*Pesaje de los agregados*



*Nota. se pesará los agregados para la dosificación del concreto según el ACI 211.*

**Figura 21**

*Medición del agua potable para el concreto*



*Nota. se pesará el agua según la dosificación del concreto según el ACI 211.*

**Figura 22**

*Pesaje del cemento tipo I*



*Nota. Se pesa el cemento tipo I según la dosificación del concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  como lo indica la norma ACI 211.*

**Figura 23**

*Medición del 3% de caucho reciclado*



*Nota. Se seleccionará el caucho reciclado de neumáticos en un 3% respecto el agregado grueso, la cual se adicionará al concreto para la elaboración de los testigos con dimensiones de 20 x 10 cm de diámetro.*

**Figura 24**

*Adición del agregado grueso al trompo mezclador*



*Nota. Proceso de elaboración del concreto como lo indica la norma ACI 211, con agregado grueso tamaño máximo nominal 3/4".*

**Figura 25**

*Adición del agregado fino al trompo mezclador*



*Nota. Proceso de elaboración del concreto según el ACI 211.*

**Figura 26**

*Adición del agua al trompo mezclador*



*Nota. El agua para la elaboración del concreto el agua tiene que ser potable según la NTP 339.088.*

**Figura 27**

*Adición del cemento tipo I al trompo mezclador*



*Nota. Para la elaboración del concreto se usa el cemento tipo I especificado en la NTP 334.009*

**Figura 28**

*Adición del 3 % de caucho reciclado de neumáticos al trompo mezclador*



*Nota. Se uso el 3% de caucho reciclado de neumáticos para elaborar el concreto para ser ensayadas en la resistencia a la compresión según la NTP 339.034.*

**Figura 29**

*Ensayo del SLUMP*



*Nota. Proceso del ensayo del SLUMP se tendrá que compactar con 25 golpes a cada 1/3 de volumen por capa usando una varilla redondeada de 16mm de diámetro y aproximado de 600 mm de longitud según lo indica la NTP. 339.035.*

**Figura 30**

*Ensayo del SLUMP*



*Nota. Proceso del ensayo del SLUMP al terminar la compactación de los 25 golpes por cada capa 1/3 se levantará el molde y se invertirá para poder medir desde su base y poder determinar su asentamiento lo cual dio una medida de 3.5" (Plástica) según lo indica la NTP. 339.035.*

**Figura 31**

*Elaboración de las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos*



*Nota. Proceso de elaboración de probetas, se compactará a cada 1/3 de volumen por capa usando una varilla redondeada de 16mm de diámetro y aproximado de 600 mm de longitud según lo indica la NTP. 339.034.*

**Figura 32**

*Proceso de fraguado de probetas cilíndricas*



*Nota. Se nivelará el concreto al ras con una plancha de pulir y se dejará fraguar en un periodo de 24 horas según lo indica la NTP. 339. 034.*

**Figura 33**

*Curado de las muestras cilíndricas*



*Nota. Las muestras después del fraguado se pondrán a curar los testigos de concreto hasta los días de ensayo de rotura.*

**Figura 34**

*Horno y sensores de temperatura para someter a altas temperaturas*



*Nota. Las muestras con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas en un 75, 100 y 125 °C después de 3 días de curado*

**Figura 35**

*Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 3 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 75 °C después de 3 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo.*

**Figura 36**

Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 3 días



Nota. Las muestras con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas de 100 °C después de 3 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo.

**Figura 37**

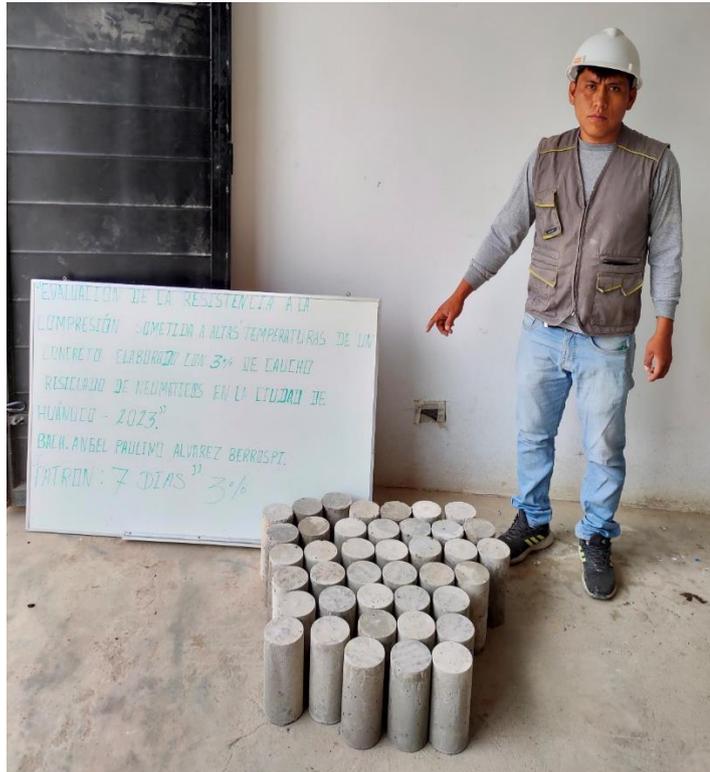
Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 3 días



Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 125 °C después de 3 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo.

**Figura 38**

*Probetas cilíndricas que serán expuestas a 75, 100 y 125 °C después de 7 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas en un 75, 100 y 125 °C después de 7 días de curado*

**Figura 39**

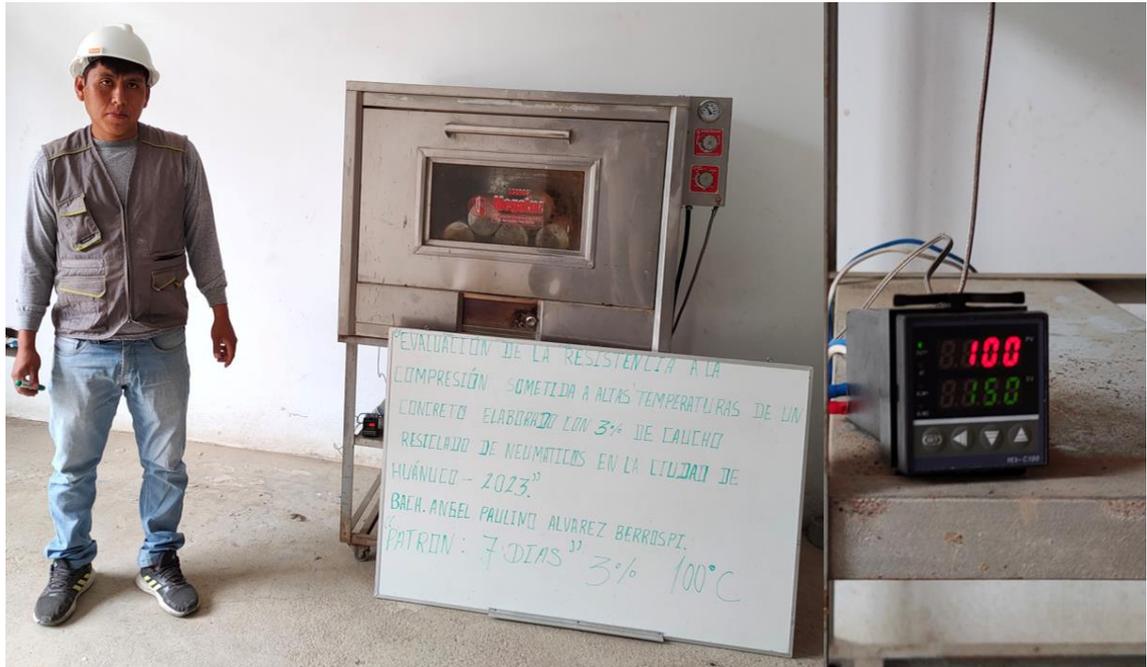
*Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 7 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 75 °C después de 7 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo*

**Figura 40**

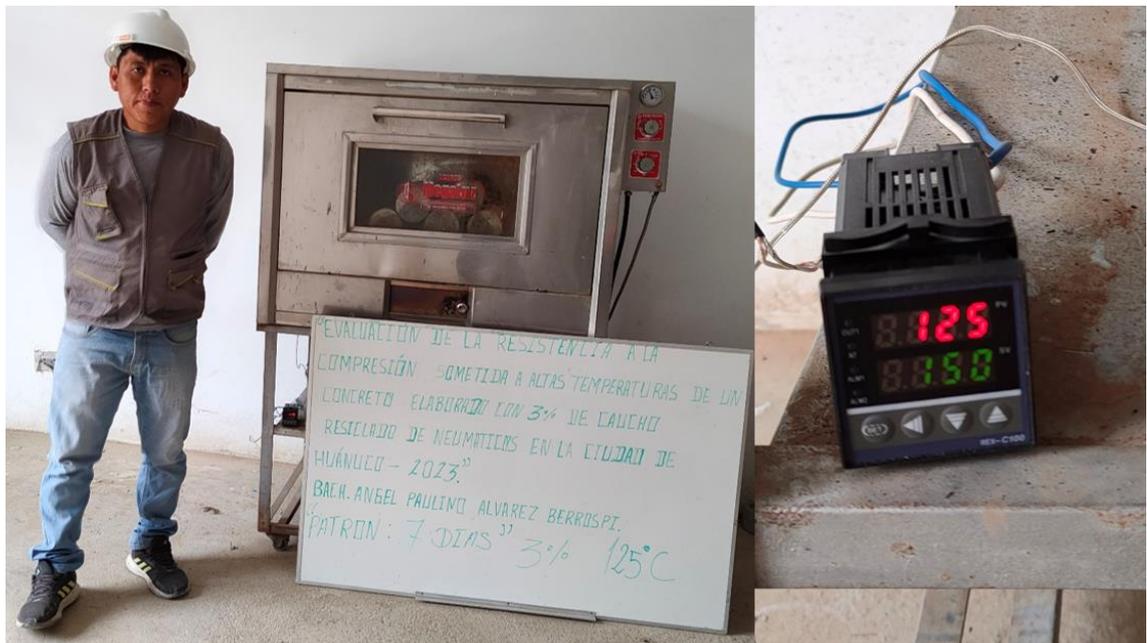
Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 7 días



Nota. Las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas de 100 °C después de 7 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo

**Figura 41**

Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 7 días



Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 125 °C después de 7 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo

**Figura 42**

*Probetas cilíndricas que serán expuestas a 75,100 y 125 °C después de 14 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas en un 75,100 y 125 °C después de 14 días de curado*

**Figura 43**

*Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 14 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 75 °C después de 14 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo*

**Figura 44**

Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 14 días



Nota. Las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas de 100 °C después de 14 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo.

**Figura 45**

Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 14 días



Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 125 °C después de 14 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo.

**Figura 46**

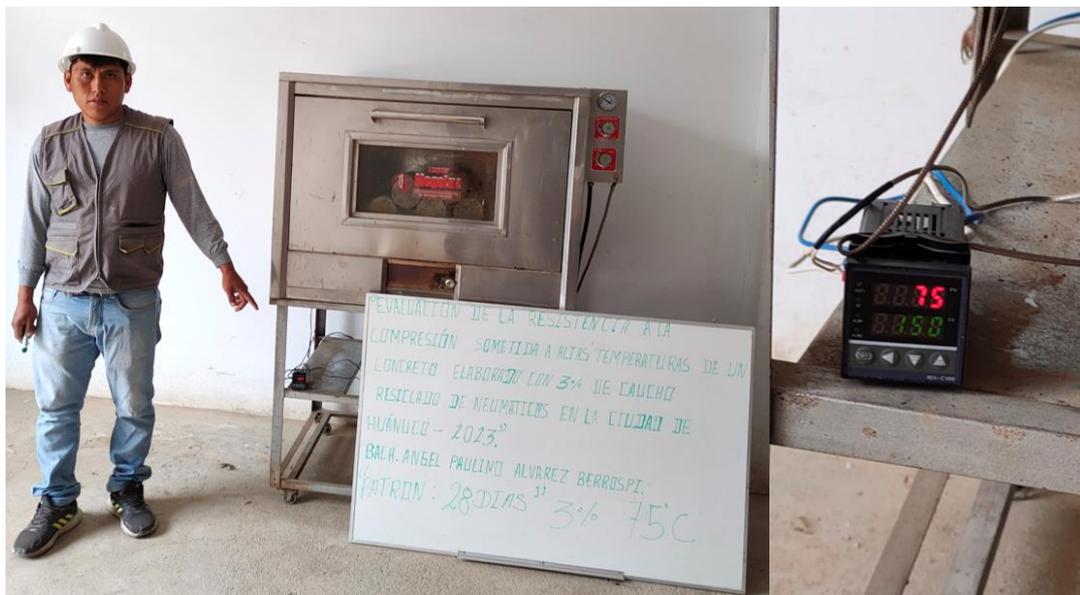
*Probetas cilíndricas que serán expuestas a 75,100 y 125 °C después de 28 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas en un 75,100 y 125 °C después de 28 días de curado*

**Figura 47**

*Exposición de las muestras cilíndricas a 75 °C después de 28 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas se someterán a temperaturas elevadas de 75 °C después de 28 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo*

**Figura 48**

*Exposición de las muestras cilíndricas a 100 °C después de 28 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas de 100 °C después de 28 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo*

**Figura 49**

*Exposición de las muestras cilíndricas a 125 °C después de 28 días*



*Nota. Las probetas cilíndricas con adición de 3% de caucho reciclado de neumáticos se someterá a temperaturas elevadas de 125 °C después de 28 días de curado. La temperatura del horno se controlará con la ayuda del termostato manteniendo la temperatura durante un periodo de 1 hora a fuego directo*

**Figura 50**

*Rotura de las muestras a los 3 días (Patrón)*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 51**

*Rotura de las muestras a los 3 días (Patrón)*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 52**

*Rotura de las muestras a los 7 días (Patrón)*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 53**

*Rotura de las muestras a los 7 días (Patrón)*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 54**

*Rotura de las muestras a los 14 días (Patrón)*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 55**

*Rotura de las muestras a los 14 días (Patrón)*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Stye 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 56**

*Rotura de las muestras a los 28 días (Patrón)*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 57**

*Rotura de las muestras a los 28 días (Patrón)*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 58**

*Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 59**

*Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 60**

*Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 61**

*Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 62**

*Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 63**

*Rotura de las muestras a los 3 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Styte 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 64**

*Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 65**

*Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 66**

*Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 67**

*Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 68**

*Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 69**

*Rotura de las muestras a los 7 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Styte 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 70**

*Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 71**

*Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Styte 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 72**

*Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 73**

*Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Styte 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 74**

*Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 75**

*Rotura de las muestras a los 14 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 76**

*Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 77**

*Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 75°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 78**

*Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 79**

*Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 100°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**Figura 80**

*Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se aplica una carga constante de una velocidad de esfuerzo de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s en los testigos cilíndricos del grupo patrón como lo estipula la NTP 339.034.*

**Figura 81**

*Rotura de las muestras a los 28 días sometidos a una temperatura de 125°C*



*Nota. Se registra la carga máxima que da la prensa digital Sty 2000 de los testigos cilíndricos.*

**ANEXO 6**  
**RESOLUCIONES EMITIDAS POR LA UNIVERSIDAD**  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 1069-2024-D-FI-UDH**

Huánuco, 13 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 760-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 488609-0000005287, del Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 488609-0000005287, presentado por el (la) Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 404-2023-D-FI-UDH, de fecha 01 de marzo de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI** al Mg. Charly Fernando Rodríguez Ponce, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 404-2023-D-FI-UDH, de fecha 01 de marzo de 2023.

**Artículo Segundo.-** **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI** al Dr. Carlos Esteban Huaman Cuespan, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Tercero.-** El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



Distribución:  
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.  
BCR/EJML/nto

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 2094-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de setiembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1441-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023”**, presentado por el (la) Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI**.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 404-2023-D-FI-UDH, de fecha 01 de marzo de 2023, perteneciente al Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Charly Fernando Rodríguez Ponce, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1441-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023”**, presentado por el (la) Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Secretario) y Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **APROBAR**, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2023”**, presentado por el (la) Bach. **Angel Paulino ALVAREZ BERROSPI** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

#### **REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Exp. Graduando – Interesado - Archivo.