

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Comportamiento físico- mecánico del concreto con  
adición microfibras sintéticas de polipropileno para una  
resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores  
provincia y región Arequipa**

Richard William Heredia Lobón

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Dr. Ing. Felipe Néstor Guitarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Dra. Ing. Zadiith Nancy Garrido Campaña

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 17 de Julio de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**COMPORTAMIENTO FISICO - MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, DISTRITO DE MIRAFLORES PROVINCIA Y REGION AREQUIPA**", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) **Richard William Heredia Lobon**, de la E.A.P. de **INGENIERIA CIVIL**; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 12) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Asesor de tesis

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Richard William Heredia Lobon , identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 45324586, de la E.A.P. de INGENIERIA CIVIL de la Facultad de INGENIERIA la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "COMPORTAMIENTO FISICO - MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, DISTRITO DE MIRAFLORES PROVINCIA Y REGION AREQUIPA", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de INGENIERO CIVIL.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

17 de Julio de 2023.



---

Richard William Heredia Lobon

DNI. 45324586

# “Comportamiento Físico- Mecánico Del Concreto Con Adición Microfibras Sintéticas De Polipropileno Para Una Resistencia De 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, Distrito De Miraflores Provincia Y Región Arequipa”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | <a href="http://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | 2% |
| 2 | <a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1% |
| 3 | <a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                             | 1% |
| 4 | <a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | 1% |
| 5 | <a href="http://documentop.com">documentop.com</a><br>Fuente de Internet                                   | 1% |
| 6 | <a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                   | 1% |
| 7 | <a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                   | 1% |
| 8 | <a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                 | 1% |

|    |  |      |
|----|--|------|
| 9  | <a href="http://1library.co">1library.co</a><br>Fuente de Internet                                   | 1 %  |
| 10 | <a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 11 | <a href="http://repositorio.ufpso.edu.co">repositorio.ufpso.edu.co</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 12 | <a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a><br>Fuente de Internet                               | <1 % |
| 13 | <a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |
| 14 | <a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | <a href="http://inba.info">inba.info</a><br>Fuente de Internet                                       | <1 % |
| 16 | <a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |
| 17 | <a href="http://imcyc.com">imcyc.com</a><br>Fuente de Internet                                       | <1 % |
| 18 | <a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |
| 19 | <a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 20 | <a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |

|    |  |      |
|----|--|------|
| 21 | <a href="http://repositorio.utelesup.edu.pe">repositorio.utelesup.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | <a href="http://www.dificonsa.com">www.dificonsa.com</a><br>Fuente de Internet                     | <1 % |
| 23 | <a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 24 | <a href="http://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 25 | <a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | <a href="http://www.academia.edu">www.academia.edu</a><br>Fuente de Internet                       | <1 % |
| 27 | <a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a><br>Fuente de Internet                           | <1 % |
| 28 | <a href="http://repositorio.unamba.edu.pe">repositorio.unamba.edu.pe</a><br>Fuente de Internet     | <1 % |
| 29 | <a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a><br>Fuente de Internet                   | <1 % |
| 30 | <a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec">dspace.ucuenca.edu.ec</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |
| 31 | <a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 32 | <a href="http://repositorio.unab.edu.pe">repositorio.unab.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |

|    |  |      |
|----|--|------|
| 33 | <a href="http://gcpat.mx">gcpat.mx</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 34 | <a href="http://repositorio.udch.edu.pe">repositorio.udch.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 35 | <a href="http://web.fonade.gov.co">web.fonade.gov.co</a><br>Fuente de Internet                       | <1 % |
| 36 | <a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 37 | <a href="http://ojs.brazilianjournals.com.br">ojs.brazilianjournals.com.br</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 38 | <a href="http://repositorio.uptc.edu.co">repositorio.uptc.edu.co</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 39 | <a href="http://catalogo.escuelaing.edu.co">catalogo.escuelaing.edu.co</a><br>Fuente de Internet     | <1 % |
| 40 | <a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 41 | <a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |
| 42 | <a href="http://repository.eia.edu.co">repository.eia.edu.co</a><br>Fuente de Internet               | <1 % |
| 43 | <a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 44 | <a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | <1 % |



|    |  |      |
|----|--|------|
| 45 | <a href="https://doku.pub">doku.pub</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 46 | <a href="https://archive.org">archive.org</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 47 | <a href="https://qdoc.tips">qdoc.tips</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 48 | <a href="https://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 49 | <a href="https://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 50 | <a href="https://repositorio.upse.edu.ec">repositorio.upse.edu.ec</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 51 | <a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 52 | Hernán Xargay, Paula Folino, Nicolás Nuñez, Martín Gómez. "Monitoreo mediante Emisión Acústica de vigas de hormigón de alta resistencia con y sin fibras expuesto a alta temperatura", Matéria (Rio de Janeiro), 2018<br>Publicación | <1 % |
| 53 | <a href="https://repositorio.uwiener.edu.pe">repositorio.uwiener.edu.pe</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 54 | <a href="https://up-rid.up.ac.pa">up-rid.up.ac.pa</a><br>Fuente de Internet  | <1 % |

55 Socrates Pedro MUÑOZ PÉREZ, Jorge Junior ATOCHE ZAMORA. "Effects of incorporating granite powder in the mechanical properties of concrete", Scientific Review Engineering and Environmental Studies (SREES), 2023  
Publicación <1 %

---

56 [saber.ucv.ve](http://saber.ucv.ve)  
Fuente de Internet <1 %

---

57 [trabajodegradoya.files.wordpress.com](http://trabajodegradoya.files.wordpress.com)  
Fuente de Internet <1 %

---

58 [upcommons.upc.edu](http://upcommons.upc.edu)  
Fuente de Internet <1 %

---

59 [www.aimplas.es](http://www.aimplas.es)  
Fuente de Internet <1 %

---

60 Alexis R Otero-Calvis, Beatriz Ramírez-Serrano, Mukengue Bucassa, Antonio Seke. "Efecto de la adición de caliza a clínquer portland angolano en el comportamiento mecánico de morteros", HOLOS, 2017  
Publicación <1 %

---

61 [www.mt.com](http://www.mt.com)  
Fuente de Internet <1 %

---

62 [1library.org](http://1library.org)  
Fuente de Internet <1 %

---

63 [repositorio.unid.edu.pe](http://repositorio.unid.edu.pe)  
Fuente de Internet <1 %

---

|    |  |      |
|----|--|------|
| 64 | <a href="http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080">literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 65 | <a href="http://www.mexpolimeros.com">www.mexpolimeros.com</a><br>Fuente de Internet                               | <1 % |
| 66 | <a href="http://diposit.ub.edu">diposit.ub.edu</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 67 | <a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 68 | <a href="http://dspace.ucacue.edu.ec">dspace.ucacue.edu.ec</a><br>Fuente de Internet                               | <1 % |
| 69 | <a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                         | <1 % |
| 70 | <a href="http://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                     | <1 % |
| 71 | <a href="http://construaprende.com">construaprende.com</a><br>Fuente de Internet                                   | <1 % |
| 72 | <a href="http://www.dspace.uce.edu.ec:8080">www.dspace.uce.edu.ec:8080</a><br>Fuente de Internet                   | <1 % |
| 73 | <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a><br>Fuente de Internet                                   | <1 % |
| 74 | <a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                         | <1 % |
| 75 | Chi Chen, Hailong Ma, Bilian Yang. "In Situ Test Research on Friction Resistance of Self-                          | <1 % |

# Anchored Test Pile", Advances in Civil Engineering, 2021

Publicación

76

repositorio.untumbes.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 12 words

Excluir bibliografía

Activo



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“Comportamiento Físico- Mecánico Del Concreto Con Adición Microfibras  
Sintéticas De Polipropileno Para Una Resistencia De 210 Kg/Cm<sup>2</sup>, Distrito  
De Miraflores Provincia Y Región Arequipa”**

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

**PRESENTADO POR:**

**BACH. Richard William Heredia Lobón**

**AREQUIPA- PERÚ**

**2021**

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco primeramente a nuestro creador, por darme la vida y por haber sido mi guía en todos estos años*

*A la universidad por permitirme que mi persona pertenezca a esta casa de estudios*

*A mis padres, a mi esposa, a mis hijos, hermanos, a toda mi familia que me apoyaron hasta el final*

## DEDICATORIA

*A Dios, quien siempre está en mi lado en los momentos que más necesito en el viaje que voy en busca de mis sueños, por su bendición diario incondicional para cada paso que voy dando en el andar de la vida.*

*A mis padres, Edilberto Heredia Quispe y Teresa Lovon Aranibar, A mi esposa Teófila Mendoza Villafuerte y a mis hijos Ashiri, Tany, Stephanie y David, a mis hermanos, quienes me apoyaron incondicionalmente, dándome apoyo moral y enseñándome con ejemplo las lecciones para seguir adelante hasta lograr mi objetivo*

*Richard William Heredia Lobón*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| PORTADA.....  | i   |
| AGRADECIMIENTOS .....                               | ii  |
| DEDICATORIA.....                                    | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....                            | iv  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                              | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                             | ix  |
| RESUMEN .....                                       | x   |
| ABSTRACT .....                                      | xi  |
| INTRODUCCIÓN .....                                  | xii |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....         | 14  |
| 1.1. Planteamiento y formulación del problema ..... | 14  |
| 1.1.1. Planteamiento del Estudio.....               | 14  |
| 1.1.2. Formulación del Problema .....               | 16  |
| 1.2. Objetivos.....                                 | 16  |
| 1.3. Justificación e Importancia.....               | 17  |
| 1.4. Hipótesis y descripción de variables .....     | 18  |
| 1.4.1. Hipótesis General.....                       | 18  |
| 1.4.2. Hipótesis Específicas .....                  | 18  |
| 1.4.3. Variables .....                              | 18  |
| 1.4.4. Operacionalización de Variables.....         | 20  |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....                     | 1   |
| 2.1. Antecedentes del Problema.....                 | 1   |
| 2.1.1. Antecedentes del Problema .....              | 1   |
| 2.2. Bases teóricas .....                           | 19  |
| 2.2.1. Elementos del concreto.....                  | 19  |
| 2.2.2. Comportamiento mecánico .....                | 35  |
| 2.2.3. Comportamiento mecánico del concreto .....   | 36  |
| 2.2.4. Resistencia a la compresión .....            | 36  |
| 2.2.5. Resistencia a la flexión.....                | 37  |
| 2.2.6. Trabajabilidad.....                          | 40  |
| 2.2.7. Ensayo de asentamiento.....                  | 44  |
| 2.2.8. El Concreto .....                            | 45  |



|  |    |
|--|----|
| 2.2.9. Componentes de concreto .....   | 45 |
| 2.3. Definición de términos básicos .....  | 52 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....   | 56 |
| 3.1. Método y alcance de la investigación .....  | 56 |
| 3.1.1. Según su Aplicación.....  | 56 |
| 3.1.2. Según su fin .....  | 56 |
| 3.2. Diseño de la investigación .....  | 56 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....   | 58 |
| 3.3.1. Población .....   | 58 |
| 3.3.2. Muestra .....   | 58 |
| 3.3.3. Muestreo .....  | 59 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....                               | 59 |
| 3.4.1. Recolección de datos .....  | 59 |
| 3.4.2. Instrumentos .....  | 59 |
| 3.5. Trabajo experimental .....  | 60 |
| 3.6. Desarrollo del tema.....  | 60 |
| 3.6.1. Selección de los materiales.....  | 60 |
| 3.6.2. Procesamiento de los materiales en laboratorio .....                              | 62 |
| 3.6.3. Método para diseñar mezclas para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....      | 67 |
| 3.6.4. Elaboración de los especímenes y ensayos a compresión y flexión del concreto..... | 75 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 80 |
| 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información .....                       | 80 |
| 4.1.1. Ensayo de Granulometría Piedra Chancada.....                                      | 80 |
| 4.1.2. Peso Unitario Compactado de Piedra Chancada .....                                 | 81 |
| 4.1.3. Peso Unitario Suelto Piedra Chancada .....  | 81 |
| 4.1.4. Contenido de Humedad de Piedra Chancada – NTP 339.185/ MTC E 215.....             | 82 |
| 4.1.5. Ensayo de Granulometría Arena Gruesa .....  | 82 |
| 4.1.6. Peso Unitario Compactado Arena Gruesa .....                                       | 83 |
| 4.1.7. Peso Unitario Suelto de Arena Gruesa .....  | 83 |
| 4.1.8. Contenido de Humedad de Arena Gruesa .....  | 84 |
| 4.1.9. Peso Específico Arena Gruesa .....  | 84 |
| 4.1.10. Ensayo de Gravedad Específica .....  | 85 |
| 4.1.11. Diseño de Mezcla.....  | 85 |
| 4.1.12. Cantidad de Concreto para el Proyecto de Investigación.....                      | 96 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.1.13. Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión ..... | 97  |
| 4.1.14. Resultados de Ensayo a la Flexión .....                | 101 |
| 4.1.15. Resultados ensayo de Asentamiento .....                | 103 |
| 4.2. Prueba de hipótesis .....                                 | 104 |
| 4.2.1. Prueba de Hipótesis General .....                       | 104 |
| 4.2.2. Prueba de Hipótesis Específicas.....                    | 104 |
| 4.3. Discusión de resultados.....                              | 111 |
| CONCLUSIONES.....  | 114 |
| RECOMENDACIONES .....  | 116 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                               | 117 |
| ANEXOS .....   | 121 |
| A. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....             | 121 |
| B. PANEL FOTOGRÁFICO .....                                     | 123 |
| C. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....                              | 131 |
| C.1. GRANULOMETRÍA .....                                       | 131 |
| C.3. ROTURA DE PROBETAS .....                                  | 140 |
| C.4. ROTURA DE VIGAS.....                                      | 155 |
| D. Certificados de Calibración .....                           | 160 |
| D.1. ROTURA DE VIGAS.....                                      | 160 |
| D.2. CALIBRACIÓN PRENSA.....                                   | 164 |
| D.3. SERIE TAMICES ABERTURA GRAVA .....                        | 167 |
| D.4. SERIE TAMICES ABERTURA ARENA .....                        | 176 |
| D.5. SERIE TAMICES DE LAVADO.....                              | 182 |
| E. Ficha Validación de Instrumentos .....                      | 183 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088 ..... | 47 |
| <b>Tabla 2</b> Tiempos mínimos de mezclado recomendados .....   | 50 |
| <b>Tabla 3</b> Diseño de posprueba para un patrón y varias combinaciones.....                           | 57 |
| <b>Tabla 4</b> Codificación de mezclas experimentales .....   | 60 |
| <b>Tabla 5</b> Factor de corrección de desviación estándar.....   | 68 |
| <b>Tabla 6</b> Factor de resistencia requerida.....   | 68 |
| <b>Tabla 7</b> Factor de Asentamiento según ACI .....   | 69 |
| <b>Tabla 8</b> Factor de Asentamiento .....   | 69 |
| <b>Tabla 9</b> Factor de Asentamiento ACI .....   | 70 |
| <b>Tabla 10</b> Volumen de Agua ACI.....  | 71 |
| <b>Tabla 11</b> Contenido de aire atrapado.....   | 71 |
| <b>Tabla 12</b> Contenido de aire incorporado ACI .....   | 72 |
| <b>Tabla 13</b> Relación agua cemento por resistencia .....   | 73 |
| <b>Tabla 14</b> Determinación del peso de los Agregados Gruesos .....                                   | 74 |
| <b>Tabla 15</b> Resultados de la granulometría de Piedra Chancada.....                                  | 80 |
| <b>Tabla 16</b> Peso Unitario Compactado de Piedra Chancada.....  | 81 |
| <b>Tabla 17</b> Peso Unitario Suelto de Piedra Chancada.....  | 81 |
| <b>Tabla 18</b> Contenido de Humedad de Piedra Chancada.....  | 82 |
| <b>Tabla 19</b> Granulometría de Arena Gruesa .....   | 82 |
| <b>Tabla 20</b> Resultados Peso Unitario Compactado de Arena Gruesa .....                               | 83 |
| <b>Tabla 21</b> Resultado Peso Unitario Suelto de Arena Gruesa .....                                    | 84 |
| <b>Tabla 22</b> Resultados Contenido de Humedad de Arena Gruesa .....                                   | 84 |
| <b>Tabla 23</b> Resultados de Peso Específico .....   | 84 |
| <b>Tabla 24</b> Ensayo de Gravedad Específica .....   | 85 |
| <b>Tabla 25</b> Elección de resistencia a compresión requerida .....                                    | 87 |
| <b>Tabla 26</b> Elección del Asentamiento por tipo de Construcción .....                                | 88 |
| <b>Tabla 27</b> Elección de Asentamiento por su Consistencia .....                                      | 88 |
| <b>Tabla 28</b> Determinación de Agua según su Asentamiento .....                                       | 89 |
| <b>Tabla 29</b> Determinación de Contenido de Aire Atrapado.....  | 90 |
| <b>Tabla 30</b> Determinación de relación Agua - Cemento por Resistencia.....                           | 91 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 31</b> Determinación de peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto ..... | 92  |
| <b>Tabla 32</b> Determinación del Peso del Agregado Fino .....                                     | 94  |
| <b>Tabla 33</b> Resumen de Diseño de Mezcla del Concreto Patrón.....                               | 95  |
| <b>Tabla 34</b> Determinación del Contenido de Humedad .....                                       | 96  |
| <b>Tabla 35</b> Determinación de Contenido de Humedad por Peso.....                                | 96  |
| <b>Tabla 36</b> Determinación de Cantidad de Concreto para el Proyecto de Investigación .....      | 97  |
| <b>Tabla 37</b> Dosificación de Microfibras sintéticas de Polipropileno.....                       | 97  |
| <b>Tabla 38</b> Prueba de Normalidad - Resistencia por flexión .....                               | 105 |
| <b>Tabla 39</b> Correlaciones - Resistencia por Flexión.....                                       | 105 |
| <b>Tabla 40</b> Prueba de Normalidad - Resistencia por Compresión .....                            | 106 |
| <b>Tabla 41</b> Correlaciones - Resistencia por compresión.....                                    | 107 |
| <b>Tabla 42</b> Prueba de Normalidad - Trabajabilidad.....   | 108 |
| <b>Tabla 43</b> Correlaciones - Trabajabilidad .....   | 109 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 1</b> Método de prueba de resistencia a la flexión .....   | 39  |
| <b>Figura 2</b> Esquema de Diseño de causa efecto con variable.....  | 57  |
| <b>Figura 3</b> Cantera La Podera (Google Earth, 2021).....  | 61  |
| <b>Figura 4</b> Producción de piedra chancada y arena gruesa .....   | 61  |
| <b>Figura 5</b> Curva de relación agua cemento.....  | 73  |
| <b>Figura 6</b> Volumen total de diseño de Concreto.....   | 75  |
| <b>Figura 7</b> Tipos de falla en el concreto.....   | 76  |
| <b>Figura 8</b> Esquema - Ensayo de rotura a flexión.....  | 78  |
| <b>Figura 9</b> Curva granulométrica de Piedra Chancada.....   | 80  |
| <b>Figura 10</b> Curva Granulométrica de Arena Gruesa .....  | 83  |
| <b>Figura 11</b> Resultados Generales de Ensayo de Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup> ..... | 97  |
| <b>Figura 12</b> Resultados Generales de Ensayo de Resistencia a la Compresión en porcentajes.....         | 98  |
| <b>Figura 13</b> Resultados Resistencia a la compresión a los 07 días.....                                 | 99  |
| <b>Figura 14</b> Resultados resistencia a la COmpresión a los 14 días .....                                | 99  |
| <b>Figura 15</b> Resultados del ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días .....                  | 100 |
| <b>Figura 16</b> Verificación de resistencia de Concreto Patrón según ACI Comité .....                     | 211 |
| <b>Figura 17</b> Resultados de ensayo de Resistencia a Flexión .....                                       | 101 |
| <b>Figura 18</b> Resultados ensayo de Resistencia a la Flexión .....                                       | 102 |
| <b>Figura 19</b> Resultados ensayos de Asentamiento .....  | 103 |
| <b>Figura 20</b> Resultados ensayo de Asentamiento .....   | 103 |
| <b>Figura 21</b> Diagrama de Dispersión - Resistencia por flexión .....                                    | 106 |
| <b>Figura 22</b> Diagrama de Dispersión - Resistencia por compresión.....                                  | 107 |
| <b>Figura 23</b> Diagrama de Dispersión - Trabajabilidad .....   | 110 |

## RESUMEN

El presente trabajo titulado “Comportamiento físico - mecánico del concreto con adición de microfibras sintéticas de polipropileno para soportes de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en el Distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021”. Esta investigación es aplicada-explicativa; y está enfocada como experimental y dimensional. En este estudio se ha realizado un diseño para combinar el modelo y cuatro adiciones con distintas proporciones de microfibras sintéticas de polipropileno quienes pasaron por un trato experimental, usando variables independientes se modeló de la siguiente manera: Concreto patrón (C.P.), es la combinación o diseño de proporciones de todo los materiales para la mezcla por el método conocido como ACI 211 que será utilizado en las losas, obras civiles que soliciten un soporte de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se evaluaron a la edad de 7, 14 y 28 días de fraguado; Concreto experimental (C.E.), está representado por cuatro proporciones de microfibras sintéticas de polipropileno (300 gr/cm<sup>3</sup>, 450 gr/cm<sup>3</sup>, 600 gr/cm<sup>3</sup> y 1200 gr/cm<sup>3</sup>, se evaluó la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad tanto en el concreto modelo y en los concretos adicionados., La población es de 15 vigas de 0.70x0.15x0.15 m. y 48 probetas cilíndricas de 4”x 8”, esta población fue de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. La conclusión principal fue que el comportamiento físico - mecánico de concreto adicionado con microfibras sintéticas de polipropileno, su conducta es equilibrada frente a las diferentes fuerzas mecánicas externas que fueron sometidas en esta investigación, resaltando a los concretos adicionados con microfibras que están compuestas por sintéticos de polipropileno en proporciones de 450 y 600 g/m<sup>3</sup> de concreto son las proporciones recomendadas

**Palabras Clave:** Concreto, Polipropileno, Resistencia, Trabajabilidad

## ABSTRACT

The present work entitled "mechanical behavior of concrete with the addition of synthetic polypropylene microfibers for supports of  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , in the District of Miraflores, Province and Region, Arequipa-2021". This research is applied-explanatory; and is focused as experiential and dimensional. In this study, a design has been carried out to combine the model and four additions with different proportions of synthetic polypropylene microfibers who went through an experimental treatment, using independent variables, it was modeled as follows: Standard concrete (C.P.), is the combination or design of proportions of all the materials for the mixture by the ACI 211 method that will be used in the slabs, civil works that request a support of  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , were evaluated at 7, 14 and 28 days of setting ; Experimental concrete (C.E.), is represented by four proportions of synthetic polypropylene microfibers ( $300 \text{ gr/cm}^3$ ,  $450 \text{ gr/cm}^3$ ,  $600 \text{ gr/cm}^3$  and  $1200 \text{ gr/cm}^3$ , the resistance to bending, compression and workability was evaluated both in the concrete model as in the added concretes., The population is 15 beams of  $0.70 \times 0.15 \times 0.15 \text{ m}$  and 36 cylindrical specimens of  $4" \times 8"$ , the elements are concrete of  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  The main conclusion was that the mechanical behavior of concrete added with synthetic polypropylene microfibers, its behavior is balanced against the different external mechanical forces that were subjected in this investigation, highlighting the concrete added with synthetic polypropylene microfibers in proportions of 450 and  $600 \text{ g/m}^3$  of concrete are the recommended proportions

**Keywords:** Concrete, Polypropylene, Resistance, Workability

## INTRODUCCIÓN

El comportamiento mecánico del concreto es muy importante, ya que esto se muestra en su conducta que presentan en conjunto con las que conforman el concreto (agregados, cemento, agua) a ser expuestas a las diferentes presiones mecánicas externas que alteran su capacidad estable. Existen varios factores que contribuyen a que las estructuras de concreto se deterioren con el paso del tiempo, dicho deterioro es ocasionado por cambios térmicos y de Retracción, erosión, intemperie, retracción plástica, abrasión, errores de diseño y proceso constructivo, entre otros. Esto provoca rugosidad en la textura y formación de película superficial, cambio de color, agrietamiento y necrosis del concreto, fugas y propagación de grietas, lo que afecta a los usuarios del concreto.

Para esta investigación se ha elegido el tratamiento de las fisuras, según Barrera (2017) la formación de fisuras que se van aumentando poco a poco posteriormente la estructura se altera y se curva hasta que se desprende y se va descomponiendo de la masa de concreto. En ocasiones la mejor solución es reemplazar la estructura desintegrada por otra nueva. Las fisuras son caminos fáciles de recorrer para la Patología en el concreto, definida como el análisis sistemático del desarrollo y naturaleza de las "enfermedades" o "defectos y fallas" a las que se resiste el concreto, sus causas, efectos y remedios. (Barrera, 2017). Para las fisuras existe en el mercado un tratamiento que se da a nivel mundial, pero para dar confianza en su utilización se tiene que buscar el equilibrio del uso de las microfibras de polipropileno para no perjudicar en sus características normales del concreto en este mercado que crece a diario, en Arequipa. De esta forma mejorar el "comportamiento físico - mecánico del concreto con la adición de microfibras sintéticas de polipropileno para solicitudes de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en el distrito de Miraflores, Provincia y Región - Arequipa-2021". Para asegurar la utilización de las microfibras sintéticas de polipropileno que solucionará con fiabilidad este problema de las fisuras. Así mismo mejorar el conocimiento que se tiene en la provincia de Arequipa y región Arequipa, para dar confiabilidad para la utilización de microfibras sintéticas de polipropileno para la mitigación de las fisuras. En este proyecto se utilizaron materiales que estén dentro de los requerimientos mínimos que solicita la normativa. Para desarrollar esta investigación con eficacia y confiabilidad se aplicó conocimientos básicos



que se obtuvo en la vida universitaria y algunas experiencias en el campo laboral, y la normativa que se tiene como guía, así como utilización de laboratorio de concreto en la ciudad de Arequipa. Que nos permitieron estar dentro del tiempo solicitado para estos estudios por parte de la normativa en el Perú. Que dio seguridad a los resultados que se obtuvo. El seguimiento de la universidad y los profesionales incluidos para esta investigación fueron eficaces y de mucha ayuda durante y después del desarrollo de la investigación. Las conclusiones que se obtuvieron fueron muy positivas y nos ayudaron a ver el objetivo con mucha más claridad lo cual dejamos una puerta abierta a la utilización de este material que es la microfibrá sintética de polipropileno para reducir las fisuras en la ciudad de Arequipa. Así mismo estamos seguros de que esta investigación facilitará a los investigadores futuros que quieran descubrir a fondo las conductas positivas y negativas que muestra el concreto con la inclusión de microfibras sintéticas de polipropileno con respecto a diferentes propiedades físicas y mecánicas del concreto

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del Estudio**

La eficiencia de la infraestructura que está compuesta por el concreto que es el instrumento necesario para que la economía de cualquier país del mundo se desempeñe de manera competitiva. Se sabe que el comportamiento mecánico del concreto se muestra en su conducta que presentará en conjunto con las que conforman el concreto (agregados, cemento, agua) a ser sometidas a las diferentes presiones mecánicas externas que alteran su capacidad estable, esta investigación pretende ver ese comportamiento con la inclusión de microfibras sintéticas de polipropileno, en los últimos tiempos, las características de los proyectos de construcción elaborados con concreto ha perdido prestigio tanto en los países desarrollados como en desarrollo. Así mismo, existe una fuerte necesidad de que la tecnología en los concretos sea más competitiva con nuevas tecnologías que puedan facilitar los procesos de construcción sin comprometer la calidad de la industria de la construcción. Según Ceballos (2016) esto se debe al cambio del estado plástico ha endurecido donde se producen fisuras y grietas, estas fisuras originan filtraciones de agua, y luego deterioro del acero, con la inclusión de microfibras sintéticas de polipropileno en los diferentes elementos estructurales, lo que agrega una diferencia significativa al clima con la superficie agrietada. Resuelve estas grietas según Sika y Chema y otras instituciones dedicadas a la producción de este producto.

Según Ingarroca (2021) de acuerdo a las necesidades, y de acuerdo con el comportamiento de los materiales y la geografía en la que se ubican, las construcciones de concreto deben ser resistentes y exhibir una buena calidad para prevenir enfermedades a corto plazo. En los últimos años, el PER ha impulsado iniciativas políticas a favor de la construcción de estructuras que contengan el mayor porcentaje de hormigón en todo el país. Las fisuras que ocurren naturalmente en el concreto pueden variar en tamaño desde menores hasta muy desastrosas. El hecho de que el hormigón sea moldeable en su estado plástico les confiere una ventaja frente a otros materiales. Posteriormente, se revelará como una masa sólida y macerada. Comprender

cómo se comportan las fisuras y cuáles pueden ser las causas subyacentes de las mismas es necesario para llegar a una solución concreta.

En la región de Arequipa, distrito de Miraflores, un gran número de diseñadores, constructores, ingenieros, añaden en sus detalles refuerzos con aditivos de diferentes marcas; pero en la práctica los que se dedican al consumo de este producto no asimilan con efectividad las características que aporta al concreto.

La duda que se ve en la mayor parte de proyectos de construcción en el distrito de Miraflores Provincia y región Arequipa, son las fallas o fracturas debido a la aplicación, forma de empleo, colocación, elaboración, diseño del concreto o aumento de cargas. De todas estas y muchas para esta investigación elegimos las fisuras que son inicios del desgaste y la minimización al tiempo de servicio. La examinación de las características mecánicas del concreto y de los materiales que conformarán se debería poner como requerimiento indispensable a la hora de diseñar y calcular los elementos estructurales de concreto. Las causas para la poca durabilidad del concreto, desgaste acelerado del concreto y corrosión de los aceros y las que originan todos los daños mencionados son las fisuras y grietas y a la vez afectan a los usuarios ya sea directa o indirectamente. - en sus hogares o calles, las consecuencias de las fisuras y grietas son, techos de edificios en mal estado y exposición de riesgos al usuario, pavimentos en mal estado generando posibilidades de accidente de tráfico por presencia de desgastes fatales del concreto, canales y reservorios deteriorados dejando preocupados a los agricultores con la posibilidad de quedar sin agua, por la presencia de estos y muchos problemas que presenta el concreto en cualquier tipo de construcción se busca reducir las fisuras con la adición de microfibras sintéticas de polipropileno al reconocer el impacto de la fibra en las propiedades del concreto para contribuir a la industria de la construcción, se evitarán eventos de fisura miento sin alterar otras propiedades del concreto, lo que beneficiará tanto al propietario como a la economía del constructor, a su vez, reduce el riesgo psicológico del usuario al minimizar el riesgo de fisuras con un supuesto acontecimiento de hundimiento o colapso de su estructura

## **1.1.2. Formulación del Problema**

### *1.1.2.1. Problema General*

¿Cómo es el comportamiento físico - mecánico del concreto con adición de microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021?

### *1.1.2.2. Problemas Específicos*

¿Cómo es la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021?

¿Cómo es la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021?

¿Cómo es la trabajabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021?

¿De qué manera influyen las microfibras sintéticas de polipropileno en la aparición de fisuras, aplicado a concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa 2021?

## **1.2. Objetivos**

### *1.2.1.1. Objetivo General*

Determinar el comportamiento físico – mecánico del concreto con adición de microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

### *1.2.1.2. Objetivos Específicos*

Analizar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

Analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

Medir la trabajabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

Explicar la influencia de las microfibras sintéticas de polipropileno en la aparición de fisuras, aplicado en el distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa 2021.

### **1.3. Justificación e Importancia**

El uso de microfibras sintéticas de polipropileno, en los diferentes condiciones que se presenta el concreto como los fenómenos de retracción higrométrica del concreto en estado fresco y endurecidos, se estudian para resistir la formación de fisuras en el concreto, que serán de gran importancia para hacer frente a los problemas de agrietamiento en el concreto, pero antes se tiene que ver las reacciones en su comportamiento mecánico del concreto adicionado en estas microfibras sintéticas de polipropileno.

Este estudio busca hacer que se vea con más claridad el objetivo de este estudio como nuevas soluciones de fisuras en el área de la ingeniería civil dentro del distrito de Miraflores, provincia Arequipa, región Arequipa, aplicar información útil obtenido en el campo de la industria de la construcción que pueda contribuir al conocimiento estudiando nuevos materiales y proporcionando herramientas que serán de interés para futuras generaciones de investigadores. Contribuir a la industria de la construcción, implementando nuevas tecnologías con aditivos de microfibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto. Reconociendo el impacto de la fibra sobre el concreto, se pueden evitar los fenómenos de figuración, y el impacto negativo sobre otras propiedades del concreto puede ser de beneficio económico tanto para el propietario como para el constructor, y reducir el riesgo psicológico. El usuario a menudo asocia la presencia de fisuras con la destrucción automática de la estructura.

El clima de Arequipa es árido y templado en la costa; lluvioso y frío en la sierra. Bajo esta premisa, se considera que, para el distrito de Miraflores, se define un clima templado, con una temperatura que oscila entre los 14 y 21°C, por lo cual el concreto no se vería expuesto a situaciones de agrietamiento o contracción por congelamiento. Adicionalmente, existe proveedores como Sika que brindan la materia prima polipropileno macro sintético para elaboración de este concreto reforzado.

#### **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

##### **1.4.1. Hipótesis General**

Mejora el comportamiento físico - mecánico del concreto con adición de microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

##### **1.4.2. Hipótesis Específicas**

Mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

Mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

Mejora la trabajabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

Al añadir las microfibras sintéticas de polipropileno en concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, aplicado en el distrito de Miraflores, provincia y región, Arequipa 2021, se mitigan la existencia de fisuras por acción de la incorporación de las fibras en la mezcla.

##### **1.4.3. Variables**

###### *1.4.3.1. Variable Dependiente*

Microfibra de Polipropileno

*1.4.3.2. Variable Independiente 1*

Resistencia a Compresión

*1.4.3.3. Variable dependiente 2*

Resistencia a Flexión

### 1.4.4. Operacionalización de Variables

| Variables                   | Def. Conceptual  | Def. Operacional  | Dimensiones   | Indicadores | Escala |
|-----------------------------|--|---|---|-------------|--------|
| Microfibra de Polipropileno | La microfibras realizada con polipropileno es un refuerzo secundario para concreto a base de multifilamentos de fibras de polipropileno, estas fibras son 100% virgen y están tratadas con un dispersante que evitan el agrietamiento por contracción y por temperatura del concreto [1]   | Se ha evidenciado que la fibra de polipropileno sirve Como refuerzo secundario en sustitución de la malla electro soldada en pisos y pavimentos de concreto, donde se requiera una losa de compresión, en sistemas constructivos semiprefabricados como vigueta y bovedilla, losacero, etc . [1]  | 300, 450, 600 y 1200 g/m3                                     | %           | Razón  |
| Resistencia a Compresión    | La propiedad mecánica más fundamental del hormigón es su disposición para resistir la compresión simple. Se define como la capacidad de transporte de carga por unidad de área expresada como tensión, generalmente en kilogramos por centímetro cuadrado, megapascales y, a veces, libras por pulgada cuadrada (psi). [ . [2]<br>Los resultados de los ensayos de resistencia realizados a los cilindros pueden utilizarse para el control de calidad, la aprobación del hormigón o la evaluación de la resistencia del hormigón en estructuras. Permite la programación de actividades de construcción como desencofrado (encofrado) o evaluación de ajustes de luz y protección de toda la estructura | La capacidad de un material para resistir una fuerza aplicada perpendicularmente a su eje longitudinal se denomina resistencia a la flexión.<br><br>Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se utilizan principalmente para determinar si una composición de concreto cumple con los requisitos de resistencia a la compresión (f'c) especificados para una estructura en particular.<br><br>ASTM C31 especifica métodos de prueba de campo para determinar la fuerza de campo del concreto. Cilindros de concreto probados de acuerdo con ASTM C39, Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto / NTP 339.034 | Probetas cilíndricas<br>Tiempo de Curado<br>Diseño de Mezclas | Variable    | Razón  |
|                             |  |   | Resistencia a compresión del concreto                         | (kg/cm2)    | Razón  |
| Resistencia a flexión       | La capacidad de un material para resistir una fuerza aplicada en su eje longitudinal perpendicularmente se denomina resistencia a la flexión.<br>El "ensayo de flexión" está diseñado para determinar las "propiedades mecánicas" de un material en términos de tensión y deformación (deformación) en el punto de máximo y de rotura, así como el módulo de elasticidad cuando se dobla, teniendo en cuenta el espesor del material muestreado  | La prueba de flexión se realiza con una máquina de prueba universal que también se puede utilizar para otras pruebas, como pruebas de tracción, compresión y flexión. En este caso, la herramienta de soporte y carga debe ser reemplazada. El ensayo consiste en someter una probeta apoyada en ambos extremos a una fuerza sobre su eje vertical.<br>Existen dos métodos de ensayo de flexión: la muestra se apoya en los extremos, no se tensa y se carga hasta la mitad de su longitud; y el espécimen está apoyado en los extremos, sin esfuerzo y cargado en dos puntos iguales en el extremo.  | Resistencia a flexión del concreto                            | (kg/cm2)    | Razón  |

Fuente: Propia



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del Problema**

#### **2.1.1. Antecedentes del Problema**

##### *2.1.1.1. Internacionales*

Rivera (2020), ha desarrollado la tesis donde realizó un descomposición de los aspectos mecánicos de losas prefabricadas de hormigón armado con microfibras a base polipropileno, como método de investigación se inicia con el proceso de búsqueda y descubrimiento de los principales materiales, luego se realizan pruebas vinculadas con los aspectos mecánicos de los agregados y de los materiales que se añadirán y serán útiles, por lo que el estudio se construye a partir del descubrimiento de los siguientes materiales. - Cemento; agregados, agua, microfibras, seguidamente se da el inicio a la ejecución de las dos etapas que se requiere para llegar al objetivo planteado. En la etapa I se caracteriza los materiales como los agregados fino y grueso con el análisis granulométrico para la dosificación, en la etapa II se elabora plaquetas y vigas luego estos se someten al ensayo de módulo de rotura y resistencia a la compresión y módulo de elasticidad y termina en el análisis en ambos ensayos y además del análisis de costo beneficio. Se concluye evidenciando el polipropileno en la combinación del concreto en su acto mecánico al momento de ser expuesto a cargas altas su rendimiento es favorable, es decir, la resistencia que aportan las microfibras a la plaqueta es de 64.98%, teniendo el resultado de soporte que es de 603.29 KN y las plaquetas sin microfibra el soporte es de 392.003 KN de la plaqueta con la multitud de microfibras. Así mismo cuando se determina el módulo de fractura del agregado se cuantifica la resistencia total a flexión del material para la incorporación de concreto en el material de tipo vigueta, donde las resistencias no son iguales en viguetas que no se incluyeron polipropileno a las que se incluyeron en un 0.67 % polipropileno, esta vigueta soporta 92,18 KN, logrando un soporte desigual de 34, 606% en comparación con las viguetas no incluidos de polipropileno. Concluyendo que la microfibra brinda flexibilidad antes, ganando la diferencia a las viguetas con ninguna adición. Esto destaca que las microfibras brindan una mejor resistencia a la flexibilidad antes de que el elemento falle. En el frente del presupuesto, la diferencia en los costos de fabricación entre el bloque y la plaqueta es de \$150,000,

una diferencia de 49.98%. Es una ventaja económica, ya que no se tuvo en cuenta el molde que se utilizó para los bloques cabe aclarar que este molde es de material metálico. El estudio mecánico del bloque y plaquetas fue significativo, porque se presentaron defectos en la porosidad en la producción de plaquetas, además la variación que presenta en la resistencia es del 74,15% a favor de este bloque. Debido a los resultados y estudios previos, se puede concluir una selección favorable de microfibras de polipropileno en plaquetas prefabricadas y de la misma manera, una reducción del 50,01% en la adquisición

Madariaga & Robles (2018) desarrollaron la tesis con la finalidad de Caracterizar los aspectos físicas y mecánicas del hormigón armado mediante la adición de fibras de origen polipropileno a la viga, el procedimiento que se aplica para este proyecto de investigación consiste en desarrollar cuatro fases, fase I investigación bibliográfica, fase II diseño de mezclas, fase III ensayo de laboratorio, fase IV análisis, conclusiones y recomendaciones. Así mismo cabe resaltar que en nivel de investigación es descriptivo experimental cuantitativo explicativo. Se utilizaron vigas reforzadas sin y con incluidas de fibras de polipropileno como muestra y población. Se realizan la construcción de vigas y probetas con inclusión de 2%, 4%, 6% de polipropileno por cada volumen medido en metro cúbico de la combinación del concreto luego estos se someten a las diferentes pruebas para llegar al objetivo, en los ensayos realizados de esfuerzo a compresión, los resultados reflejan que mientras se va sumando el porcentaje de polipropileno se va sumando la resistencia a la compresión, paralelamente la resistencia a la flexión para esta investigación es la que más aporta, cuando la fibra es en mayor porcentaje por m<sup>3</sup> de concreto. Se ha encontrado que, de acuerdo con las pruebas ejecutadas para evaluar la calidad de los agregados, estos son los más adecuados para el concreto empleando el método RLN (Road Note Laboratory), ya que los agregados no cumplen con ACI (American Concrete Institute) esto es sugerido por el método ACI , logrando así el asentamiento esperado. Al analizar vigas ensayadas a 10 KN, 12 KN, 14 KN, 16 KN, 18 KN, 20 KN, 22 KN, 24 KN, 25 KN y la carga máxima, se encontró que a medida que la presión aumenta gradualmente se produce una desviación proporcional. Además, a medida que se suma la dosis de la fibra, incrementa la capacidad de carga del elemento (viga). Citando mejores propiedades que las vigas libres de fibra de polipropileno, según el análisis que

inicia en 22 KN, la degradación aumenta significativamente, Supongamos que a partir de 22 KN comienza la deformación del acero, no de la fibra. En el momento en que el acero comienza a fluir, la deflexión aumenta drásticamente sin aumentar la carga. Después de la prueba de flexión, de cada muestra de viga con y sin fibra agregada, al comparar los resultados, la mejor que se comporta a la resistencia a la flexión es de 6 kg/m<sup>3</sup>. 18% aumenta la capacidad de carga, reduce las grietas y ligeramente la deflexión. A medida que la tensión sobre la fibra más fuerte de cualquier sección supera la resistencia a la tensión del concreto, las fisuras nacen y a medida que la carga se incrementa, las fisuras aumentan en número, longitud y apertura, durante las cuales las vigas aumentan en adiciones con 0 kg/m<sup>3</sup> de concreto, los cuales tienen más grietas y fisuras, estas evidencias se observan en el registro fotográfico de las muestras con y sin fibras. En general, se puede concluir que las fibras, en este caso de polipropileno, le dan al concreto mejores propiedades mecánicas, concluyendo que a mayor número de fibras mejores propiedades. Con este proyecto de nivel de grado, queremos promover el uso de fibra y contribuir a futuras investigaciones.

Velázquez (2017) ha desarrollado la tesis, donde ejecutaron una comparación experimental de resultados de propiedades mecánicas del concreto entre el uso de polipropileno reciclado y fibra de polipropileno comercial y así evaluar el uso posterior de polipropileno reciclado durante el moldeo, Compruebe si esto afecta a la resistencia y durabilidad del hormigón. El procedimiento que se rige esta investigación inicia con la recolección de agregados, diseño de mezclas, construcción de viguetas y probetas adicionando fibra de polipropileno y fibra reciclado de polipropileno de 0, 0.8, 1 kg/m<sup>3</sup> de concreto, el fruto de los ensayos a la compresión se aprecia que, a los 3, 7, 14 días baja la resistencia con adición de fibra reciclada de polipropileno y las fibras no recicladas suben la resistencia al tiempo de fraguado igual en ambos casos así mismo enfrentados en las resistencias a compresión de concretos sin inclusión son inferiores de todo los concretos incluidos con la fibra. En resistencias a la flexión se observa que los concretos adicionados con fibra reciclada y no reciclado de polipropileno son superiores a los que no llevan fibra de polipropileno así mismo los incluidos con fibra reciclado de polipropileno es inferior a los incluidos con fibra nueva. Concluyendo 1.- Vigas modificadas y adicionadas con las fibras nuevas tuvieron un

incremento en su aguante a flexión con respecto a la viga que no tiene modificación, pero una minimización de aguante frente a la fibra de polipropileno. Esto revela que la fibra de polipropileno reciclado puede ser una opción como un suplente de la fibra nueva para todo aquello que se quiera dar uso en la construcción de elementos estructurales. 2.- Los resultados de las pruebas de concreto modificado con el material de prueba indican que el concreto modificado tiene un valor de resistencia más bajo que las que no llevan fibra de polipropileno que es el concreto estándar, no aparecen grietas cuando se vierte, es decir, se contrae. 3.- La reutilización de polipropileno reduce la resistencia de la compresión axial y lo convierte en un concreto duro en una zona flexible de compresión, pero se determina que los resultados sobre el nuevo concreto son muy similares y no aumentan el peso del material de ensayo. 4.- La dosificación real de los equipos utilizados en el hormigón no mejora las resistencias intermedias a compresión y tracción, y la inclusión de polipropileno reciclado en el concreto no presenta una sumatoria positiva a estas propiedades mecánicas.

Lindao & Romero (2018), desarrollaron la tesis con la finalidad de determinar las propiedades físico-mecánicas del hormigón artificial en presencia de diferentes fibras y sin refuerzo especial el proceso para el progreso de este proyecto de investigación comienza con el diseño del hormigón además de fibra de polipropileno y fibra metálica, utilizando los áridos, cemento, agua y aditivos adecuados para obtener la misma mezcla con una apropiada trabajabilidad, suficientemente eficiente y que esté dentro las propiedades requeridas en condiciones sólidas. Las propiedades concretas se definen durante el período de diseño, las propiedades en estado fresco se definen en función de los métodos de construcción y diseño, para lo cual se desarrolló un diseño de acuerdo a la norma ACI para formar compuestos de concreto a gran escala, los cuales fueron analizados para lograr las propiedades físico-mecánicas deseadas con ello obtener un tamaño adecuado para el proyecto. Luego se construyeron 27 cilindros para ensayar a los 7, 14 y 28 días adicionando  $1.73 \text{ kg/m}^3$  de fibra metálica y 30 kg de fibra de polipropileno. Como resultado se tiene que los adicionados con fibra metálica son los que más aumentan y muestran una mejoría en el aguante a la compresión siguiendo los adicionados con fibra de polipropileno de la misma orden se obtienen resultados en la resistencia a la flexión y económicamente asciende en la misma orden. Esta investigación concluye

mencionando que, en cuanto a la nueva condición de hormigón, la incorporación de diferentes tipos de fibra cambiará el comportamiento del concreto, tanto en condiciones frescas como fraguadas. En el concreto fresco el asentamiento, tiene una caída con HRFP que disminuyó un 33,33% y la HRFM un 46,66%, ambas en términos de HCC, con fallas de diseño similares. Estos porcentajes muestran que la adición de fibra metálica, en particular, reduce la capacidad de moldeabilidad. En términos de tiempo ya sea calor o frío, al diferenciar los tres concretos, se puede concluir que la diferencia es pequeña, no hay un cambio visible en la temperatura. El hormigón reforzado con fibra se reduce en un 3% (HRFP) y un 1% (HRFM) en función de la resistencia del hormigón convencional. En cuanto a la resistencia del concreto, la resistencia a la compresión es uno de los parámetros mecánicos más importantes del hormigón, con un aumento significativo del contenido de fibras. En el concreto convencional con adición de fibras de polipropileno fue de 13% de aumento y metal 15% respectivamente. Al incorporar fibra de polipropileno en el concreto, la resistencia a la flexión proporcionó un incremento de al menos 2.85% y un incremento de 13% en la fibra metálica. Por ello, la determinación de los resultados de este estudio descubre que el incremento es muy significativo en la resistencia mecánica en comparación con el concreto convencional, la naturaleza del hormigón cuando se exponen a la luz, vigas de hormigón ligero y fibras de polipropileno, se encuentra que las muestras analizadas sufrieron fracturas. Por otro lado, las tiras reactivas que contienen fibras metálicas solo muestran grietas. En cuanto a la situación económica, el costo del hormigón armado con polipropileno y fibra metálica aumenta entre 1,25 y 1,6 veces respecto al hormigón convencional. El compuesto de baja resistencia fue diseñado para compensar el aumento de resistencia al diseño analizado, y la fibra compensa la reducción acumulada de cemento y agregados, pero no ahorró significativamente el valor monetario por volumen de concreto en su unidad de medida que es el metro cúbico.

Gutiérrez (2020) investigó sobre el Control de agrietamiento por contracción plástica, para ello se ha hecho un control exhaustivo de la fisuración, utilizando fibras de polipropileno reciclado y fibras de vidrio reciclado. Las cantidades de fibras incluidas se ha variado, para obtener una dosis que permita disminuir y pueda mitigar la aparición de grietas tras las 24 horas de fraguado, en la cual esta

evaluación se basa en las indicaciones que se encuentran en la norma ASTM-C1579 y ASTM-C1116. Por otro lado, el proceso de gestión de este proyecto de investigación se inició con la compra de áridos, cemento y fibras, control granulométrico y cuantificación, fabricación de anillos y cilindros, con adición de 2 y 4 kg de fibra de vidrio reciclado y 1,9 kg por metro cúbico de hormigón, del mismo modo se empleó 0.9 kg de fibra de polipropileno reciclado por metro cúbico de concreto, de acuerdo con la norma ASTM C157; los anillos fueron re expuestos a una temperatura de 37 °C y 20% de humedad relativa . El estudio se concluye mencionando que se realizó una cantidad de ensayos donde los resultados puedan ser confiables, las conclusiones sobre la capacidad de control de las grietas por contracción plástica fueron las siguientes: incluso a 1,4 kg/m<sup>3</sup>, las microfibras de polipropileno recicladas no mejoraron. Por otro lado, las cantidades superiores a 2,0 kg/m<sup>3</sup> de microfibras de vidrio reciclados tienen mejor control de rotura y, además, 4,0 kg/m<sup>3</sup> no provocan rotura; no obstante, hay algunos problemas con los hilos usados aquí, ambas fibras son menos comprimibles y, por lo tanto, no deben emplearse si se colocan en una estructura altamente cargada. En efecto, fue difícil corregir la formación de erizos en ambas fibras, a pesar de la disposición uniforme de las fibras y los intentos de alinear fragmentos muy pequeños

#### *2.1.1.2. Nacionales*

Carhuapoma (2018) en su estudio pretendió aclarar el efecto de las fibras de origen polipropileno al adicionar  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  al concreto elaborado con agregados de la cantera de Cochamarca , el grado de investigación fue experimental y el tipo de investigación fue cuantitativo y se utilizó 15 probetas los cuales se ensayaron a los 7, 14, 28 días, a estos se adicionan “2, 5 y 9 kg de macrofibra de polipropileno” por metro cúbico y 600 gr de macrofibra de polipropileno por m<sup>3</sup> aplicando el método de investigación de observador no participante, cuantitativa, experimental. Los resultados en el caso de la resistencia a compresión simple fueron a la edad de 28 días, en las probetas cilíndricas , el diseño de mezclas se realizó basándonos en el método de A.C.I. siendo estos diseños de 210 kg / cm<sup>2</sup> y 280 kg / cm<sup>2</sup> sin refuerzo, para obtener el volumen correcto para la preparación de la mezcla. Se incorporaron tres tipos diferentes de

dosis de fibra de origen polipropileno al mismo diseño obtenido previamente para seleccionar el que mejoraría la resistencia de la compresión. En este estudio se determina que estando las fibras de polipropileno dentro del concreto si tienen impacto positivo sobre este, sumando la resistencia a la compresión. De igual forma, el volumen de fibras de origen polipropileno añadidas al concreto, si afecta la resistencia en su comportamiento mecánico. El volumen de fibra de polipropileno afecta la resistencia del concreto comparado con el producto sin la inclusión de este producto que es la fibra de origen polipropileno. Esta prueba concluye con respecto a la inclusión con fibra. Al integrar fibras de origen polipropileno en el hormigón de estudio, las resistencias  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  conducen a un aumento significativo de las propiedades mecánicas específicas, al mismo tiempo que aumentan el módulo de corte. La resistencia y la flexibilidad del hormigón también van de la mano con la resistencia relativa a la compresión. Para concreto de estudio  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , agregar 9 kg de fibra por metro cúbico da mejores resultados que 2,5 kg de macrofibra.

Ccasani & Carrascal (2021) iniciaron con la investigación que se basó en, medir la mejor solución en la evaluación de la adherencia de microfibras de polipropileno sintético de 20 y 30 mm al hormigón con diferentes dosis según resistencia a la compresión, resistencia residual a la flexión y organización de fisuras por retracción plástica sobre un modelo  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  expuesto. a altas temperaturas en Ucayali, esta tarea se lleva a cabo según el enfoque metodológico de los métodos cuantitativos y el grado de investigación del flagrante trabajo es exploratorio y un diseño práctico de categoría empírico auténtico visto que es el que encaja con los requerimientos de la investigación, se prosigue con la caracterización de los agregados y la fibra y la realización de losas de 355 mm x 560 mm x 100 mm con sus respectivos adiciones y probetas de 250 mm de alto y 150 mm de diámetro Con adiciones de microfibras de polipropileno de 20 y 30 mm de tamaño, los cuales fueron incluidas con diferentes porciones de fibra la que se mencionan, 600, 900 y 1200 gramos por metro cúbico de concreto estos mismos ensayados a contracción plástica, soporte a compresión y flexión residual. La primera prueba se ejecutó siguiendo las indicaciones de la norma ASTM C-1579 (“método de prueba estándar para evaluar concreto reforzado con fibra limitada fisurado por contracción plástica”), se ha utilizado losas de concreto de 560 mm de largo x 355 mm de ancho

x 100 mm de alto a temperaturas superiores a los veintisiete grados centígrados y aceleraciones del viento de hasta 8 kilómetros por hora. Comparando las muestras estándar e incluidas con microfibra; Alcanzando significativamente la reducción de Grietas (CRR) para hormigón fibroso de 300 mm 68,50%. Y con una cantidad de 1200 gramos por metro cúbico de concreto . Para las pruebas de compresión, a base de la NTP 339.034 - ASTM-C39 (“Método de prueba estándar para determinar la resistencia del concreto”) Se ensayaron muestras de 6 x 12 pulgadas en muestras cilíndricas de cada longitud y tamaño de microfibra. La edad de curado y fraguado es de 28 días. En primer lugar, la de 20 mm sumó un total de 7% para el mismo diseño, lapso de fraguado y curado fue igual que el anterior. Para la última prueba, se basó de acuerdo al ordenamiento ASTM C 1399 “deducción de opúsculo para cronometrar la voluntad residual media del concreto reforzado con filamento”, en la cual se examinaron vigas de 100 mm x 100 mm x 350 mm exponiendo a cargas para conseguir una agitación residual apropiada que se enfrenten a distintas deformaciones para las microfibras y dosificaciones estudiadas. Para todas las proporciones estudiadas, el hormigón que incluyó microfibra sintética de 30 mm alcanzó mejores valores de tensión residual (1,95 MPa para 1200 gr/m<sup>3</sup>) que los de 20 mm. 1200 gr/m<sup>3</sup> a 1,86 MPa. Al finalizar el examen, el experimento encontró que en los tres experimentos, la fibra sintética de microfibra de polipropileno de 30 mm se desempeñó mejor que la contraparte de 20 mm. Además, se encontró una correlación directa entre el aumento de las propiedades mecánicas y plásticas y el aumento de la dosis contenida en el hormigón. f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> es el experimento actual M30C con el valor más alto de los 3 experimentos. (Dimensiones: Cemento = 367 kg, Agua = 207 kg, Arena = 818 kg , Agregado ¾" = 894 kg, Microfibra 30 mm: 1.2 kg m<sup>3</sup> de concreto ). Al incorporar microfibra de polipropileno sintético, se reduce la plasticidad del cemento, lo que se refleja en el aumento de la CRR. Además, hubo un enlace inmediato entre el tamaño y la longitud de las fibras consiguiendo una reducción aproximada del 68,50% de los anchos máximos de fisura. Las dos microfibras evaluadas en el presente estudio respondieron mejorando la respuesta del concreto con un ensayo comprimido, con un máximo de 20 mm de fibra se registró una dosificación máxima de 1.2 kg , con un tiempo de curación en 28 días . Asimismo, la microfibra de 30 mm logró una mejora del 8% con la misma dosificación, fraguado



y tiempo de curado. Tras ello, se obtienen tensiones residuales para probetas de hormigón superiores a 1 MPa cuando se someten a flexión con energía residual variable, con un espesor de 1,2 kg/m<sup>3</sup> para microfibras de 30 mm, una presión residual adicional de 0,11 MPa provoca una atenuación de 1,25 mm. en comparación con 20 mm. (1,86 MPa) .

Ingarroca (2021) ha desarrollado el estudio teniendo como objetivo, la investigación de efecto de la inclusión de fibras de polipropileno sobre la resistencia a compresión y flexión del hormigón  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en dosis de 420, 520 y 600 gr/m<sup>3</sup>, la clase de investigación para este estudio es cuantitativa experimental, y el nivel de investigación es correlativo porque evaluaron dos conjuntos de estudio, uno de los cuales se denomina Grupo Patrón específico y el otro Grupo Patrón específico evaluado y experimentado, como población para esta investigación, se toma los testigos de concreto cilíndricos y prismas . Para llevar a cabo una investigación, primero es necesario seleccionar las materias primas, realizar los experimentos adecuados y diseñar las proporciones de la mezcla, luego se fabricaron muestras y prismas. Los testigos se ensayaron en diferentes días de tratamiento a los 7, 14 y 28 días, y a los 7 y 28 días la resistencia a la flexión, se ejecutaron un examen de las características mecánicas y plásticas del concreto encontrándose en los resultados adquiridos del evidente (concreto) incluido con fibra de polipropileno realizado con materiales del yacimiento Paccha – Yauli, los mismos que no cumplieron con los requerimientos para el soporte a la compresión llegando (412 kg/cm<sup>2</sup>) 11.63 % con una inclusión de 520 gr/m<sup>3</sup> a los 28 días frente al diseño inicial que terminó en (370 kg/cm<sup>2</sup>), a medida que va sumando la fibra de polipropileno, la resistencia a la flexión también se va incrementando ; A los 28 días logró resultados máximos (40,42 kg/cm<sup>2</sup>) con fibra de polipropileno de 600 gr/m<sup>3</sup>, mientras que el diseño original alcanzó (34,72 kg/cm<sup>2</sup>) en el mismo número de días. En este estudio se analizan dos grupos, el primer grupo se denomina hormigón estándar libre de fibras de polipropileno y el segundo grupo es el hormigón experimental, representado por el hormigón con fibras de origen polipropileno. La conclusión de este estudio destaca que el hormigón utilizado en el pavimento radial Nicolás Ayllón contiene materiales poco degradados en su granulometría y que la adición de fibra de polipropileno no ha supuesto mejoras apreciables en las propiedades físicas y mecánicas del material. mejoras en las

propiedades plásticas del concreto, se encontró que el asentamiento disminuía con cantidades crecientes de fibra de polipropileno añadida, resultando en una mezcla con la que era difícil trabajar. Además, se encontró que el peso del concreto disminuyó en general en comparación con el patrón de concreto. En relación con, si existen mejoras sobre las propiedades mecánicas del experimento, se encontró que la mejor estandarización se logra con 520 grs de fibra de polipropileno por  $m^3$ , alcanzando la mayor aguante a la compresión a 28 días alcanzando a un  $f'c$  de  $412 \text{ kg/cm}^2$ , representando un 11.63 % mayor al aguante lograda por el concreto común, respecto a la resistencia a flexión se pudo observar que esta se va incrementando según va creciendo la cantidad de fibra de polipropileno adicionado, alcanzando su mejor valor con 600 grs de fibra de polipropileno por  $m^3$  alcanzando un  $f'c$  de  $40.42 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, superior en un 16.41% comparado frente a la resistencia a flexión lograda por el concreto con diseño inicial ( $34.72 \text{ kg/cm}^2$ ).

Ivala (2018) inicia el estudio con el objetivo de determinar el papel de las fibras sintéticas de origen polipropileno en la prevención de fisuras por deflexión plástica en placas de liviana con una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ . A continuación, se caracterizan los materiales y las proporciones del hormigón y se construyen sondas para demostrar el impacto de la aplicación de varias proporciones de fibras de pólipto. Todos fueron examinados en su estado fresco, produciendo registros de inspección de fisuras para cada espécimen con varios volúmenes de fibra. Los datos serán examinados y presentados utilizando herramientas digitales como gráficos de barras (Excel) y pruebas estadísticas (IBM SPSS Statistics V. 23) para ver cómo un equipo de investigación interpretaría esto por lo que vemos y si la fisura de hormigón tiene un soporte mínimo. Usando  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  y sumando. La muestra obtenida  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que contenía 1200 g de fibra de polipropileno tuvo una reducción de espesor de 50,12% y una reducción de longitud de 7,92%, para la lista de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  no hubo aumento ¿Qué fibra provoca una disminución en el grosor y la longitud? La fibra de polipropileno su contribución es mínimo en la resistencia, la resistencia del hormigón disminuyó del 4,07 % al 15,24 % en comparación con CSF 210, y el hormigón agregado aumentó del 8,67 % al 18,12 % en comparación con CSF 210. LCR 245. Por lo tanto, en lugar de aumentar la resistencia del hormigón,

recomendamos utilizar fibras de origen polipropileno para disminuir las grietas por retracción plástica en términos de espesor y longitud. Del estudio realizado se encontró que  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco para fibras de polipropileno de 20 mm añadidas al hormigón: la manejabilidad es inversamente proporcional a la dosificación de fibras. Esto significa que cuanto mayor sea la cantidad de fibra añadida al hormigón, menor será la trabajabilidad, CRF 210-0,4 (20), CRF210-0,7 (20) y CRF 210-1,2 (20) en comparación con CSF 210 CRF245-0,4 (20), CRF245 -0.7 (20) y CRF245-1.2 (20) se reducen en un 37,50 %, 46,75 % y 68,75 %, respectivamente, y su manejabilidad se reduce en un 22,92 %, 43,75 % y 50,00 %, respectivamente, en comparación con CSF 245. Para hormigones  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la dosificación óptima para un adelgazamiento del 50,12% y 7,92% de longitud de fisura es polipropileno de 20 mm a una dosificación de  $1200 \text{ gr/m}^3$ , para  $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$  de hormigón; por lo que una dosificación insuficiente aumentará el espesor del hormigón y la longitud de la fisura, pero si desea aumentar el espesor de la fisura, utilice  $1200 \text{ g/m}^3$ , si desea acortar la longitud, utilice  $700 \text{ g/m}^3$ . El incremento específico es del 6,17% y 2,31% respectivamente.

Diaz & Huamani (2021) el fin general de esta investigación fue determinar el efecto de la resistencia a la flexión debido al refuerzo de hormigón de losas macizas con fibras de polietileno y polipropileno, iniciando el proceso de análisis de datos que se realizó en el laboratorio a la luz del tipo de investigación implementada en el diseño del pre experimental. Los materiales usados para llevar a cabo los experimentos correspondientes para averiguar sus propiedades y características se derivan de las canteras Chanca fina y Unicon. El diseño mixto obtuvo  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a esto se incrementaron  $400 \text{ g/m}^3$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  y  $800 \text{ g/m}^3$ , respectivamente, con dos tipos de fibras en tres diferentes proporciones mencionadas. Posteriormente, se efectuaron pruebas de compresión para aclarar 42 muestras cilíndricas, se probaron 28 vigas para resistencia a la flexión la aplicación de las cargas de acuerdo a las normas para este tipo de ensayo y se evaluaron 14 paneles para detectar fisuras causadas por contracción plástica según la norma ASTM. C 1579. Gracias a estos ensayos se obtuvieron buenos resultados de resistencia a la compresión con la adición de  $800 \text{ g/m}^3$  de fibras de polietileno y polipropileno a los 21 días, consiguiendo incrementos del 5% y 10% respectivamente a los 28 días. 12% En términos de resistencia a la flexión y

reducción de grietas, la relación de combinación óptima para las fibras de polietileno y polipropileno es de  $600 \text{ g/m}^3$ , ya que reduce el agrietamiento o agrietamiento adicional en un 33 % y un 39 %, respectivamente. Esta investigación concluye que, realizados los ensayos y analizados, para hallar la consecuencia de la resistencia por flexión necesaria al concreto con inclusión de fibras polietileno y polipropileno, interpretando de la siguiente manera. Del concreto general: Para hallar el efecto en el aguante a la flexión, se analizó los datos siguientes, el concreto patrón se ensayó teniendo en cuenta que las vigas se rompieron dentro del tercio superior, teniendo un módulo de rotura a los 21 días de curado obteniendo 3.99 Mpa y a los 28 días de curado obteniendo 4.24 Mpa y el concreto con fibra de polietileno en  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvo a 21 días de curado de 4.21 Mpa y a 28 días de 4.60 Mpa, y el concreto con fibra de polipropileno en  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvo a 21 días de curado de 4.36 Mpa y a 28 días de 4.72 Mpa. Por lo cual concluimos que el efecto en general de las fibras de polietileno y polipropileno no son favorables significativamente en el aumento de la resistencia a flexión del concreto. Concreto experimental 1: Determinando el incremento de la carga máxima en las vigas prismáticas de concreto  $f'c$   $210 \text{ kg/cm}^2$ , donde el concreto patrón a los 21 días de curado, tiene una carga máxima de 29914 N, y el concreto con fibra de polietileno en  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvo 31582 N, es decir tiene un incremento de 5.28% respecto al patrón y el concreto con fibra de polipropileno en  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvo 32694 N, es decir tiene un incremento de 8.5% respecto al patrón. Para el análisis del concreto patrón con 28 días de curado, tuvo una carga máxima de 31805 N, y el concreto con fibra de polietileno en  $600 \text{ g/m}^3$  obtuvo 34585 N, teniendo un incremento respecto al patrón de un 8.04% y por el otro el concreto con fibra de polipropileno en  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvo 35363 N, teniendo un incremento del 10.06% respecto al patrón, lo que concluimos que añadiendo al concreto las fibras de polietileno y polietileno en proporción de  $600 \text{ g/m}^3$  incrementa la capacidad de carga que se produce durante el ensayo de resistencia a flexión. Concreto experimental 2: Determinando el ancho promedio de fisuras de 1.025 mm del concreto patrón, comparando este resultado con los siguientes, mientras que el concreto con fibra de polietileno en  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvo un ancho de fisuras de 0.683 mm, teniendo una reducción del 33% respecto al patrón y el concreto con fibra de polipropileno en  $600 \text{ g/m}^3$  tuvo un ancho de fisuras de 0.625 mm, teniendo una reducción del 39% respecto al patrón, lo que nos indica que las fibras contribuyen

favorablemente en la reducción de la fisura que se presentan en el concreto. Concreto experimental 3: Según los ensayos, tanto en el aguante a flexión en “vigas simplemente apoyadas a los tercios del tramo” según ASTM C78, como en el análisis de agrietamiento según la norma ASTM C1579, los resultados más favorables estuvieron presentes en un concreto con adición de fibras en proporción en  $600 \text{ g/m}^3$ , lo que concluimos que el porcentaje óptimo obtenido, cuando se busque el incremento de resistencia por flexión y la reducción de fisuras. Pero, si se busca el incremento de la resistencia por compresión el óptimo contenido de porcentaje es la incorporación de fibras es  $800 \text{ g/m}^3$ .

### *2.1.1.3. Regionales*

Herrera y Polo (2017) desarrollaron la tesis con el fin de analizar las propiedades mecánicas del hormigón armado con fibras de origen natural y sintético utilizado para la mitigación de fisuras por contracción plástica, el uso de fibras naturales y sintéticas para controlar las grietas por contracción en plásticos. Cada vez es más importante el uso de fibras de origen sintético o natural para apoyar el refuerzo en el hormigón, incluidos metales, fibras sintéticas (nylon, polipropileno, poliéster, etc.), vidrio, naturales (yute, bambú, madera, coco, lechuga, etc.) Estas adiciones se basan en encontrar una matriz de hormigón mejorada que aumente la resistencia a diferentes modos de carga (compresión, adherencia, flexión, etc.), al tiempo que proporciona una matriz menos quebradiza y dúctil. Los resultados de este estudio surgen en base a la necesidad de enfocarse en el empleo de concreto reforzado con fibra para mejorar su desempeño, principalmente en losas y pavimentos donde la superficie es más amplia y la necesidad de un mecanismo para controlar el agrietamiento superficial debido a retracción plástica debido y adecuado para ensayos de resistencia a la compresión, tracción, flexión, impacto y/o abrasión del hormigón para evaluar sus propiedades. Si bien, debido a la gran demanda interna existente de hormigón armado con fibras sintéticas, metal y vidrio, también se pueden utilizar fibras naturales, debido a nuestra ubicación geográfica contamos con una amplia gama de materias primas para explotar. (yute, magoi, caña de azúcar, madera, ichu, etc.), aprovecha que son renovables, más baratas y consumen menos energía. En resumen, el peso unitario medio del hormigón con fibras de polipropileno es de  $2367 \text{ kg/m}^3$ , que se encuentra dentro del rango de

valores comunes para el hormigón convencional de 2240 kg/m<sup>3</sup> a 2460 kg/m<sup>3</sup>. la mitigación de fisuración por contracción plástica, prueba cualitativa de los resultados observados de la inclusión de fibras de polipropileno, medido en laboratorio bajo condiciones ambientales simuladas, en todos los casos se observó fisuración de ladrillos. La dosis de fibras de origen polipropileno en el concreto endurecido da como resultado una menor permeabilidad, mayor resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta, resistencia a la flexión y actúa como agente de refuerzo para el desgaste por impacto. De las evaluaciones obtenidas, se puede opinar que la dosificación de acabado para mejorar el hormigón (0,3 kg/m<sup>3</sup>) es muy favorable cuando se desea mejorar las propiedades del hormigón convencional, principalmente reduciendo el agrietamiento por retracción plástica y la abrasión por impacto. La adición de fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina resultó en un aumento del 6,6% en el costo unitario por metro cúbico en comparación con el concreto convencional. La investigación muestra que el peso unitario promedio del concreto reforzado con fibra de origen polipropileno es de 2367 kg/m<sup>3</sup>, que está dentro del rango de valor típico del concreto ordinario de 2240 kg/m<sup>3</sup> a 2460 kg/m<sup>3</sup>. Se realizaron mediciones en laboratorio simulando 3 condiciones ambientales, se midió una prueba cualitativa de los resultados observados de la adición de fibras de polipropileno, en todos los casos se observó una reducción en las grietas de los ladrillos. La proporción de fibras de polipropileno en el hormigón endurecido da como resultado una menor permeabilidad, mayor resistencia a la compresión, tracción, flexión, abrasión y menores fuerzas indirectas por impacto.

- La proporción de fibras de polipropileno en el concreto endurecido da como resultado una menor permeabilidad, mayor resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta, resistencia a la flexión y actúa como agente de refuerzo para el desgaste por impacto. De los resultados obtenidos, se puede concluir que la dosificación de acabado para mejorar el hormigón (0,3 kg/m<sup>3</sup>) es muy favorable cuando se desea mejorar las propiedades del hormigón convencional, principalmente reduciendo el agrietamiento por retracción plástica y la abrasión por impacto.

Flores y Mendoza (2019) desarrollaron una investigación cuyo principal objetivo fue encontrar las correlaciones existentes entre la resistencia a la compresión ( $f'c$ ), la resistencia a la tracción indirecta ( $f't$ ) y el módulo de " rotura " (MR) de pavimentos urbanos antiguos de 7, 14 y 28 días que utilizan metales y materiales de fibra de origen polipropileno. La finalidad del trabajo fue determinar la correlación entre el módulo de fractura (MR), la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) y la resistencia a la tracción intermedia ( $f't$ ) del hormigón a los 28 días para optimizar la resistencia a la tracción . Y aprobar Obtener la ecuación predictiva del módulo de fractura (MR) para el ahorro de costos de materiales para concreto convencional y pavimento de concreto fraguado con la adhesión de fibras metálicas , microfibras y polipropileno. De estos, se ensayaron 171 cilindros de compresión uniaxial, 144 cilindros de tracción de diámetro 144 y 171 vigas prismáticas. Los resultados obtenidos optimizan el espesor de la losa de hormigón y sus propiedades mecánicas en estado fraguado. Últimamente, se encontró que el uso de fibras metálicas y de polipropileno optimizó el espesor del pavimento rígido, pero no redujo el costo del diseño de concreto pre mezclado, ya que el mayor precio de fibra compensa la mejora para optimizar el espesor.

Bernedo y Nina (2020) investiga teniendo como objetivo general, de optimizar las propiedades mecánicas de concretos con fibras de polipropileno  $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$  utilizados en pavimentos para vehículos livianos Región de Yarabamba, Arequipa, 2020. La naturaleza de la investigación es de carácter aplicado, porque requiere conocimientos prácticos. El diseño de la investigación es un tipo de prueba cuasi experimental . - fibra de polipropileno variable independiente y propiedades mecánicas del adoquín son de la variable dependiente, adoquines utilizados con fines de transporte es la población para la investigación actual, a esta población mencionada se le añadió proporciones de 0,0625 %, 0,125 %, 0,25 %, 1,5 % y 2 % de fibra de polipropileno. El distrito de Yarabamba está en el centro de una población sin infraestructura vial en la ciudad, en la provincia de Arequipa, que crea varios problemas sociales y económicos para sus residentes. Como no existen alternativas económica y técnicamente viables a los problemas del pavimento construido con materiales en evaluación, este estudio tiene como objetivo optimizar las propiedades mecánicas de estos materiales con resistencias  $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando nuevamente la técnica de análisis estadístico de datos de

varianza y verificación de hipótesis mediante la prueba de Tukey. Las muestras ensayadas incluyeron 67 bloques con varios aditivos de polipropileno. Estos bloques se sometieron a pruebas de absorción, sustitución y compresión a los 7, 14 y 28 días y se ajustaron sus dimensiones para determinar si cumplían con los requisitos de la norma. Los resultados obtenidos respaldan nuestra hipótesis, mostrando que las propiedades mecánicas del bloque de hormigón con  $f'c = 380$  kg/cm<sup>2</sup> se optimizan al agregar fibras de polipropileno a razón de 0.0625, 0.125% y 0.25 por ciento. Esto aumenta la resistencia a la compresión del bloque en un 35,70%, 32,16 y 9,48%, respectivamente, en el transcurso de 28 días. En este ensayo se encontró que para adoquines clase II diseñados para tránsito de vehículos livianos, la resistencia  $f'c = 380$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.0625% relación de fibras de polipropileno es óptima para obtener resistencia promedio a la compresión a los 28 días.  $f'c = 515,70$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en un 35,7% la resistencia de diseño. La absorción obtenida en bloques con la adición de fibras de polipropileno fueron 0,0625%, 0,125% y 0,25% dentro de los parámetros especificados en la NTP 399.611. En consecuencia, se encontró que la adición de 0.0625% a 0.25% de fibras de polipropileno a bajo tráfico vehicular no afectaría adversamente la pavimentación. Por lo que luego del análisis de costo unitario, se encontró que el grupo con 2% de fibras de polipropileno agregó S/98.29 por metro cuadrado en los costos de producción, mientras que el grupo con 0.0625% asciende solo S/3.07 por metro cuadrado. Finalmente, se puede concluir que la adición de fibras de polipropileno optimiza las propiedades mecánicas del adoquín  $f'c = 380$  kg/cm<sup>2</sup> para tráfico ligero en el distrito de Yarabamba de la provincia de Arequipa.

Tagle y Zapana (2017) en una investigación cuyo fin general fue evaluar el deterioro de hormigones con diversos contenidos de aire y fibra. Este análisis se distingue por ser preciso, correlativo y cuantitativo. Este es un experimento porque investiga los efectos de la manipulación deliberada en nuestras variables independientes (por ejemplo, la edad antes de la congelación, la entrada total de aire y la recuperabilidad de la fibra de polipropileno) para las variables dependientes de este estudio (por ejemplo, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción). Esto es importante porque estamos viendo el grado de asociación entre las variables independientes y dependientes. Usando el método de recopilación, procesamiento y análisis de datos numéricos, como la cuantificación del valor de compresión



(kg/cm<sup>2</sup>), la presión de permeabilidad al agua (mm), la absorción de agua (g/cm<sup>2</sup>) y la longitud de la grieta (cm); probando así las hipótesis correctas y los modelos de comportamiento. El polipropileno se congela prematuramente, los efectos negativos de las bajas temperaturas en las gélidas regiones del Perú son una de las principales causas del deterioro del concreto. Las bajas temperaturas pueden afectar las propiedades del concreto de varias maneras, principalmente dependiendo de la edad del material y la cantidad de agua presente en el concreto. Por tanto, el grado de abrasión del hormigón cambia con nuevas exposiciones, al inicio del fraguado o cuando el material ya presenta cierta resistencia. Cuando el concreto está en un estado curado, es decir, ha adquirido cierta resistencia, se moverá a una temperatura en la que el mayor impacto sobre el concreto suele ser en forma de ciclos repetidos de descongelación en el hielo. Sin embargo, cuando el concreto está en su estado nuevo, suficiente congelamiento es suficiente para causar un daño permanente al concreto y una pérdida significativa de resistencia. Por este motivo, existen muchas recomendaciones para proteger el hormigón durante el vertido y los párpados primarios. Hay muchos estudios sobre el fenómeno de los ciclos glaciales. Por tanto, el grado de abrasión del hormigón cambia cuando el impacto se produce en el nuevo estado, al inicio del proceso de fraguado o cuando el material ha alcanzado una determinada resistencia. Cuando el hormigón está en estado sólido, es decir, ha alcanzado una cierta resistencia, los cambios de temperatura que tienen el mayor efecto sobre el hormigón suelen producirse en un ciclo repetido de congelación y descongelación. Sin embargo, para el concreto fresco, solo un tratamiento es suficiente para causar un daño permanente al concreto y una reducción significativa en la resistencia. Por ello, existen varias recomendaciones para proteger el hormigón durante el prefabricado y el envejecimiento. Hay muchos estudios sobre el fenómeno del ciclo de hielo-deshielo, el concreto de fraguado temprano es un fenómeno que es poco conocido y tiende a profundizarse. El objetivo del trabajo fue evaluar el deterioro del concreto de fraguado temprano. Además, trate de sugerir y evaluar posibles soluciones a este problema. Al igual que la conocida resistencia del hormigón a las heladas, incluso al aire, se han realizado esfuerzos para comprender la resistencia del hormigón a la congelación temprana. Por otro lado, existen estudios que indican un aporte positivo de las “fibras de polipropileno” en el proceso de “congelación”. En

este estudio, el propósito de utilizar aire en el hormigón y "fibra de polipropileno" era "controlar el desgaste y la pérdida de resistencia" del hormigón "debido a" la congelación prematura. Asimismo, se examinan muestras de hormigón y prismas que han endurecido en diferentes puntos del proceso: a 1 h, 12 h y 24 h se comparan con muestras que no están congeladas en estado frío. Se preparan muestras con diferente contenido de fibras de "aire" y "polipropileno" en estas condiciones para evaluar "su parte" en hormigones convencionales. Además de los ensayos de "resistencia a la compresión", también se realizan ensayos de "penetración y absorción". Las muestras se someten a un "ciclo de congelación-descongelación", una "prueba de compresión cilíndrica y se verifica el cambio de tamaño y las propiedades "físicas" (fisuras) en el prisma. Se demostró que la adición de fibras de aire y polipropileno redujo la pérdida de resistencia inicial debido al fraguado. , ya que hacen que el hormigón sea más resistente a los esfuerzos y deformaciones que se producen durante el fraguado. También se ha demostrado que reduce la "permeabilidad", reduce las propiedades de capilaridad del hormigón y reduce el crecimiento de grietas.

Carvajal y Portocarrero (2020) desarrollaron la tesis con la finalidad de evaluar y comparar el agrietamiento por retracción plástica del concreto con resistencia  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  Cuando "se agregan dos aditivos a diferentes temperaturas" de acuerdo al "clima de Arequipa", utilizar el método ASTM C1579 en "condiciones controladas" para "temperatura, velocidad del viento y porcentaje de humedad, y" utilizando datos de media y mediana de tres estaciones meteorológicas diferentes en Arequipa (Chiguata, Huasacache, La Pampilla) del 2011. Del 2011 al 2016, se promediaron tres datos para utilizar:  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  -  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ , velocidad del viento  $4 \text{ m/s}$  -  $1 \text{ m/s}$ , humedad relativa  $60\%$  -  $4$ , ya que no se formaron grietas bajo condiciones controladas en el microclima de grietas, por ello, se decidió continuar exponiendo la muestra de la placa a la intemperie, hora del día de evacuación a baja temperatura y alta en clima arequipeño, estudiando la retracción del concreto por fisuración plástica. Siguiendo la norma ASTM C1579. Simultáneamente, se compararon los resultados obtenidos para ambos aditivos con el agrietamiento por contracción plástica y se determinó la cantidad adecuada de microfibras de polipropileno y portador de aire a añadir a  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  para minimizar el efecto de la contracción plástica. El análisis de costos se realiza en un medidor

de concreto  $m^3$  con una dosis adecuada de cada aditivo y su impacto en el gasto del concreto sin agregar. Concluyendo que la "fibra de polipropileno ayuda a reducir la" compresión ", especialmente" software ", especialmente los resultados obtenidos en los" exámenes meteorológicos durante el día y la noche "muestra una disminución en" 90% con la dosis "400 g / /  $m^3$ . "Para evitar la" apariencia "de grietas durante los sorteos de asfalto de concreto, se han obtenido los mejores resultados" de grietas a 0 mm en las pruebas diurnas y las pruebas de resistencia nocturna para opuestos. Con la compresión de concreto a través de "aumento de la fibra de polipropileno" relacionada con la estabilidad. de "28 MPa esperado, usando" 400 g /  $m^3$  para aumentar el valor. Comprimido en concreto hasta 20%. 28 días. Teniendo en cuenta que hay mejoría en la caída de la grieta hasta un 90% en una dosis de 400 g /  $m^3$ , la utilización de microfibras en el concreto en las losas se justifica, incluso si el aumento en los costos en un 7,0% en relación con el costo de estructura básica, y es negativa a aumentar los costos al reparar las grietas después de vaciar el concreto, existe un aumento del 110% en comparación con la estructura básica, en comparación con el aumento del 7% mediante el empleo de fibras de polipropileno y por lo tanto, la adición de fibras es justificado en concreto, reduciendo la grieta en la contracción plástica, determinando que no hay disminución en la anchura al 100% en la prueba de la dosis; a su vez, los valores de dosificación de la fibra para reducir el ancho de la brecha obtenida en esta inclusión de una dosis de 417 g /  $m^3$ ; se puede decir que a partir de este nivel del ancho de la brecha se reducirá en un 100%, y, por lo tanto, la dosis mínima recomendada por el fabricante 450 g /  $m^3$  que actúa eficazmente en la reducción de fisuras por retracción plástica . Se concluyó para este estudio que las fibras de polipropileno ayudan a reducir el agrietamiento por retracción plástica en el concreto, los resultados obtenidos en ensayos atmosféricos diurnos y nocturnos mostraron una reducción del 90% al utilizar una dosis de 400 g/ $m^3$ .

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Elementos del concreto**

El cemento es un producto disponible comercialmente que tiene la capacidad de mezclarse con agua, ya sea solo o en combinación con piedra, concreto u otro material con propiedades similares, y luego reacciona paulatinamente con

el agua para formar una pasta duradera. Es esencialmente un Clinker de grano fino que se produce calentándolo a altas temperaturas usando una combinación de calcio, aluminio, madera y rodajas especiales. (Mamani, 2022)

Según Laura (2006) esta información incluye el procedimiento de cálculo del cemento en mezcla, que indica lo siguiente: Para determinar la cantidad de cemento necesaria, divida la cantidad de agua con el valor del acondicionador de aire para obtener el valor del acondicionador de aire. Sin embargo, pueden establecer requisitos en proyectos que tienen una cantidad mínima de cemento disponible. Para asegurarse de que el específico funcione bien y sea de alta calidad, siempre se debe tener precaución.

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

La tabla 5 enumerará los componentes clave del cemento Portland y sus contribuciones al material como un todo.

**Tabla 1**

*Compuestos principales del Cemento Portland*

| Compuesto                          | Formula química   | Abreviatura | Aporte  |
|------------------------------------|---|-------------|---|
| <b>Silicato tricálcico</b>         | 3CaO.SiO <sub>2</sub>   | C3S         | Alta resistencia inicial<br>Rapidez de endurecimiento |
| <b>“Silicato dicálcico”</b>        | “2CaO.SiO <sub>2</sub> ”  | “C2S”       | “Resistencia posterior a la pasta del cemento”        |
| <b>Aluminato tricálcico</b>        | 3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                 | C3A         | Controlar el tiempo de fraguado                       |
| <b>Aluminio ferrita tricálcica</b> | 4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | C4AF        | Hidrata de manera rápida ocasionando baja resistencia |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2***Clasificación del Cemento Portland*

| <b>TIPO</b> | <b>APLICACIÓN</b>   |
|-------------|---|
| <b>I</b>    | Uso general, en la cual no se le exigen propiedades especiales a emplear  |
| <b>II</b>   | Cuando se necesite buena respuesta en la resistencia a la presencia de los sulfatos o al moderado calor de hidratación  |
| <b>III</b>  | Cuando se quiera una alta resistencia a edades tempranas, la cual obtiene la resistencia a los 3 días una similar a los 28 días con respecto a los cementos antes indicados |
| <b>IV</b>   | De bajo de hidratación, empleados en obras de gran envergadura que se requiera que no haya dilataciones en el momento de fraguado   |
| <b>V</b>    | Es de alta resistencia a los sulfatos, perfecto para obras que se encuentren en zonas atacadas por sulfatos y álcalis   |

Fuente: Elaboración propia

**Agregados;** en el cual consideramos a Pérez y Plasencia en el define lo siguiente:

Se describen como los componentes pasivos del hormigón conectados por pasta de cemento para crear una estructura hermética. Alrededor del 34 del volumen total de hormigón se compone de estos componentes; es importante enfatizar que deben ser de alta calidad y libres de impurezas cuando se agregan porque al hacerlo promueven una serie de propiedades deseables como trabajabilidad, cohesión y mayor resistencia a la tensión. (2020, págs. 30-31)

Una de las características más valiosas de los materiales agregados es que favorecen el desarrollo de ciertas propiedades del hormigón, como la trabajabilidad, el contenido de cemento, la adherencia y el aumento de la resistencia mecánica (Mamani, 2022, p. 30-31).

En consecuencia, Orosco, Vila, Restrepo y Parody nos informan lo siguiente:

Para determinar la trabajabilidad del concreto fresco, sus propiedades, como la textura, la adherencia y la composición mineral, pueden determinar si la resistencia mecánica del concreto se verá comprometida, por lo que es necesario comprender y poder controlar estos atributos de los áridos. (2018, pág. 161)

**Tabla 3**

*Clasificación de agregado según el tamaño de las partículas*

| Tamaño                    | Denominación | Clasificación          | Uso  |
|---------------------------|--------------|------------------------|--|
| < 0.002                   | Arcilla      | Fragmentación muy fina | No es recomendable                                     |
| 0.002 - 0.074             | Limo         | Fragmentación fina     | No es recomendable                                     |
| 0.074 - 4.76<br>#200 - #4 | Arena        | Árido fino             | Es apto para usar en la mezcla el mortero y/o concreto |
| 4.76 - 19.1<br>#4 - 3/4"  | Gravilla     | Árido Grueso           | Empleable para el concreto                             |
| 19.1 - 50.8<br>3/4" - 2"  | Grava        |                        | Empleable para el concreto                             |
| 50.8 - 152.4<br>2" - 6"   | Piedra       |                        | -  |
| >152.4<br>6"              | Piedra Bola  |                        | Concreto Ciclópeo                                      |

Fuente: (Arévalo y López, 2020, p. 10)

**Agregado fino;** conocido como arena, “La cual se obtiene de la descomposición artificial o natural de la roca, pasando una malla N°3/8” y esta queda encadenada en tamiz N°200; asimismo deberán realizarse con el lineamiento de la norma NTP 400.037 y ASTM C33” (Hermosa, 2018, p. 26) .



**Figura 1** *Agregado Fino*

**Granulometría;** es la distribución de los granos. Según las aperturas del tamiz utilizado, el espécimen se divide en porciones de granos de idéntico tamaño en el análisis granulométrico (Paucarpoma, 2021, p. 31).

En consecuencia, en el apartado siguiente se mostrará la calificación de acuerdo con los límites que se han fijado:

**Tabla 4**

*Granulometría - Agregado Fino*

| Tamiz         | % que logra pasar |
|---------------|-------------------|
| 9.5mm - 3/8   | 100               |
| 4.75mm - N°4  | 95 - 100          |
| 2.36mm - N°8  | 80 - 100          |
| 1.18mm - N°16 | 50 - 85           |
| 600µm - N°30  | 25 - 60           |
| 300µm - N°50  | 5 - 30            |
| 150µm - N°100 | 0 - 10            |

Fuente: (NTP 400.037, 2014, p. 9)

“El porcentaje máximo de retención de malla N°50 y N°100 se aumenta en 95% and 100% respectivamente cuando se emplean los áridos con y senza la incorporación de aire con contenido de cemento mayor a 250kg/m<sup>3</sup> y 300kg/cm<sup>2</sup> (CMT Caracterstica de los materiales, 2019, p. 4)

**Módulo de finura;** es indicar que tan fino o grueso es el agregado. “El factor de finura del árido fino se mantiene dentro del rango de  $\pm 0.2$  del supuesto de selección del destilado de concreto, por lo que se recomienda que el supuesto esté entre 2.30 y 3.10” (Pacsi, 2018, p. 20). Lo cual se calcula de la siguiente forma:

$$M.F. = \frac{\%Ret. acum. tamices (N_4, N_8, N_{16}, N_{30}, N_{50}, N_{100})}{100}$$

**Tabla 5**

*Límite permisible del árido fino*

| Característica                                     | Exigencia |       | Unidad         |
|--|-----------|-------|----------------|
|  | Min.      | Max.  |                |
| <b>Módulo de finura</b>                            | 2.3       | 3.1   | N.A.           |
| <b>Pasa la malla N°200</b>                         | N.A.      | 5     | %              |
| <b>Cloruros solubles</b>                           | N.A.      | 1000  | Ppm            |
| <b>Sulfatos solubles</b>                           | N.A.      | 12000 | Ppm            |
| <b>Terrones de arcilla y partículas deleznable</b> | N.A.      | 3     | %              |
| <b>Impurezas orgánicas</b>                         | N.A.      | 3     | Plato de color |
| <b>Inalterabilidad por sulfato de magnesio</b>     | N.A.      | 15    | %              |

Fuente: (Quispe, 2021, p. 18)

**Agregado Grueso;** “Es un producto derivado del proceso de descomposición de la roca de manera natural o artificial, misma que se encuentra normalizado en un tamiz de 4.75 mm (N°04) y establecido a cumplir con las restricciones de la norma” (Carrillo y Rojas, 2017, p.16).

De lo cuales, este tipo se pueden ubicar en las canteras o ríos, pero para emplearlas deberán estar sin impurezas las cuales puedan influenciar de manera negativa al proceso.



**Tabla 6***Limite permisible del árido grueso*

| <b>Característica</b>                            | <b>Exigencia</b> |       | <b>Unidad</b> |
|--|------------------|-------|---------------|
|  | Min.             | Max.  |               |
| <b>Pasa la malla N°2</b>                         | N.A.             | 1     | %             |
| <b>Cloruro soluble</b>                           | N.A.             | 1000  | Ppm           |
| <b>Sulfato soluble</b>                           | N.A.             | 10000 | Ppm           |
| <b>Terron de arcilla y partículas deleznable</b> | N.A.             | 5     | %             |
| <b>Abrasión</b>                                  | N.A.             | 50    | %             |
| <b>Inalterabilidad por sulfato de magnesio</b>   | N.A.             | 18    | %             |

Fuente: (Quispe, 2021, p. 17)

**Tabla 7**

*Requisito granulométrico del agregado grueso*

| Huso           | Tamaño máximo nominal                    | Porcentaje que pasa por los tamices normalizados |                     |                   |                     |                   |                       |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                     |                    |
|----------------|--|--|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|                |  | 100 mm<br>(4 pulg)                               | 90 mm<br>(3 ½ pulg) | 75 mm<br>(3 pulg) | 63 mm<br>(2 ½ pulg) | 50 mm<br>(2 pulg) | 37,5 mm<br>(1 ½ pulg) | 25,0 mm<br>(1 pulg) | 19,0 mm<br>(¾ pulg) | 12,5 mm<br>(½ pulg) | 9,5 mm<br>(¾ pulg) | 4,75 mm<br>(No. 4) | 2,36 mm<br>(No. 8) | 1,18 mm<br>(No. 16) | 300 µm<br>(No. 50) |
| 1              | 90 mm a 37,5mm<br>(3 ½ pulg a 1 ½ pulg)  | 100  | 90 a 100            | ...               | 25 a 60             | ...               | 0 a 15                | ...                 | 0 a 5               | ...                 | ...                | ...                | ...                | ...                 |                    |
| 2              | 63 mm a 37,5 mm<br>(2 ½ pulg a 1 ½ pulg) | ...  | ...                 | 100               | 90 a 100            | 35 a 70           | 0 a 15                | ...                 | 0 a 5               | ...                 | ...                | ...                | ...                | ...                 |                    |
| 3              | 50 mm a 25,0 mm<br>(2 pulg a 1 pulg)     | ...  | ...                 | ...               | 100                 | 90 a 100          | 35 a 70               | 0 a 15              | ...                 | 0 a 5               | ...                | ...                | ...                | ...                 |                    |
| 357            | 50 mm a 4,75 mm<br>(2 pulg a No. 4)      | ...  | ...                 | ...               | 100                 | 95 a 100          | ...                   | 35 a 70             | ...                 | 10 a 30             | ...                | 0 a 5              | ...                | ...                 |                    |
| 4              | 37,5 mm a 19,0 mm (1<br>½ pulg a ¾ pulg) | ...  | ...                 | ...               | ...                 | 100               | 90 a 100              | 20 a 55             | 0 a 5               | ...                 | 0 a 5              | ...                | ...                | ...                 |                    |
| 467            | 37,5 mm a 4,75 mm<br>(1 ½ pulg a No. 4)  | ...  | ...                 | ...               | ...                 | 100               | 95 a 100              | ...                 | 35 a 70             | ...                 | 10 a 30            | 0 a 5              | ...                | ...                 |                    |
| 5              | 25,0 mm a 12,5mm<br>(1 pulg a ½ pulg)    | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | 100                   | 90 a 100            | 20 a 55             | 0 a 10              | 0 a 5              | ...                | ...                | ...                 |                    |
| 56             | 25,0 mm a 9,5 mm<br>(1 pulg a ¾ pulg)    | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | 100                   | 90 a 100            | 40 a 85             | 10 a 40             | 0 a 15             | 0 a 5              | ...                | ...                 |                    |
| 57             | 25,0 mm a 4,75mm (1<br>pulg a No. 4)     | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | 100                   | 95 a 100            | ...                 | 25 a 60             | ...                | 0 a 10             | 0 a 5              | ...                 |                    |
| 6              | 19,0 mm a 9,5 mm<br>(¾ pulg a ¾ pulg)    | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | ...                   | 100                 | 90 a 100            | 20 a 55             | 0 a 15             | 0 a 5              | ...                | ...                 |                    |
| 67             | 19,0 mm a 4 mm<br>(¾ pulg a No. 4)       | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | ...                   | 100                 | 90 a 100            | ...                 | 20 a 55            | 0 a 10             | 0 a 5              | ...                 |                    |
| 7              | 12,5 mm a 4,75 mm (½<br>pulg a No. 4)    | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | ...                   | ...                 | 100                 | 90 a 100            | 40 a 70            | 0 a 15             | 0 a 5              | ...                 |                    |
| 8              | 9,5 mm a 2,36 mm (¾<br>pulg a No. 8)     | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | ...                   | ...                 | ...                 | 100                 | 85 a 100           | 10 a 30            | 0 a 10             | 0 a 5               |                    |
| 89             | 12,5 mm a 9,5 mm (½<br>pulg a ¾ pulg)    | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | ...                   | ...                 | ...                 | 100                 | 90 a 100           | 20 a 55            | 5 a 30             | 0 a 10              |                    |
| 9 <sup>A</sup> | 4,75 mm a 1,18 mm<br>(No. 4 a No. 16)    | ...  | ...                 | ...               | ...                 | ...               | ...                   | ...                 | ...                 | ...                 | 100                | 85 a 100           | 10 a 40            | 0 a 10              |                    |

Fuente: (NTP 400.037,2014, p.13)

**Agua;** El líquido utilizado en el diseño del hormigón es el mismo líquido utilizado en el consumo humano, por lo que debe estar limpio y libre de sustancias que puedan dañar las propiedades mecánicas y físicas del hormigón. Asimismo, deberá ceñirse a los estándares establecidos por la norma vigente.

**Aire;** A la hora de diseñar la mezcla también se tiene en cuenta el aire atrapado; su valor varía entre 1% y 3% en relación al volumen de la mezcla; durante el proceso de fabricación del hormigón, el aire atrapado normalmente permanece allí; se libera durante la compactación; sin embargo, si esto no se hace correctamente, el aire atrapado permanece dentro del concreto endurecido; y ocasionalmente, queda atrapado dentro de la mezcla misma.

**Aditivo;** se define como una sustancia que, mediante la adición o sustitución de otras sustancias, consigue modificar determinadas propiedades específicas del hormigón. Estas propiedades pueden verse alteradas en forma de líquido, partículas o fibras.

**Diseño de Mezcla:** El diseño de mezclas de concreto significa que las proporciones de las mezclas de concreto que cumplen con estas especificaciones con respecto a los materiales disponibles se logran mediante ensayo y error o ajuste y ajuste.

Este sistema consiste en mezclar el hormigón según la proporción original calculada por diferentes métodos. Se realizan varias evaluaciones de control de calidad en la mezcla de prueba, como asentamiento, pérdida de trabajabilidad, gravedad específica, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación, y si difieren o no cumplen con el nivel de calidad esperado, se ajustan las cantidades y se crea una nueva formulación de la mezcla de concreto para cumplir con todas las inspecciones de control de calidad. Si la nueva formulación aún no cumple con los requisitos, se deben revisar los materiales, la metodología de diseño y la mezcla del concreto para ajustar los requisitos estipulados por la especificación. (Osorio, 2022)

**Módulo de rotura:** El término "Módulo de rotura" se refiere a un tipo de hormigón creado especialmente para resistir las fuerzas de flexión provocadas por los

vehículos que se desplazan sobre las estructuras de pavimento. Beneficios: En áreas donde se lanzan y detienen vehículos pesados, los pavimentos de concreto presentan menos deformidad (CEMEX, 2023).

En las **propiedades físicas**; “En la etapa temprana del concreto, generalmente presenta una forma líquida y tiene consistencia ligera que no dificulta su transporte y colocación, así como fácil de comprimir. Las principales propiedades a evaluar son la trabajabilidad y la cohesión” (Quispe, 2021, p. 27).

En la **trabajabilidad**; en el cual consideraremos a Guillen el cual conceptualiza lo siguiente:

Es la capacidad de esperar que el concreto fresco sea manipulado, comprimido y libre de segregación de la manera adecuada. Los siguientes elementos determinan el grado de trabajabilidad del concreto: buena relación agua-cemento, contenido de aire, propiedades de aridez y factores relacionados con el clima. Es crucial tener en cuenta que cuanto más difícil es trabajar, más tiempo ha pasado desde la mezcla. (2019, pág. 9)

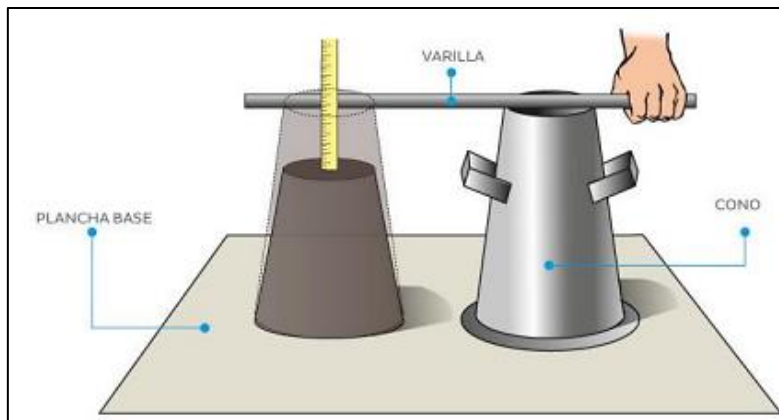
La **consistencia**; en el cual consideraremos a Paucarpoma el cual conceptualiza lo siguiente:

Es una capacidad de los bloques de hormigón para adaptarse fácilmente a moldes u hornos, minimizar los huecos y mantener la homogeneidad. La consistencia cambia drásticamente a medida que cambia la cantidad de agua en el contenido de agua de la mezcla. La cantidad de humedad necesaria para producir un rebote determinado, incluso con la cantidad adecuada de hormigón, depende de una serie de variables. Se necesita más agua para las adiciones con texturas rugosas y formas cuboidales, y cuanto más compacta es la zona árida superior, menos puede contener. (2021, pág. 48)

Según Abanto, el procedimiento de asentamiento es el siguiente:

Utilizando un molde metálico en forma de cono con dimensiones mayores a 10 cm, menores a 20 cm y mayores a 30 cm, es posible realizar la medición de asentamiento utilizando el método de ensayo

de cono de Abrams. El proceso consiste en colocar el cono en tercios del molde y compactarlo con 25 golpes usando una varilla de 5/8" por tapa. (2009, p. 52)



**Figura 2** Ensayo del Cono de Abrams

El **asentamiento**; Esta prueba se realiza con el fin de determinar la consistencia que puede presentar el específico, tal como lo indica la NTP 339.035. “La consistencia se determinará de acuerdo al asentamiento obtenido”, el cual se logra ajustando la altura del asentado después de realizar el desmoldeado, “y esto ayudará a aceptar la mezcla o, en su defecto, rechazarla” (NTP 339.035, 2009, pág. 2).

**Tabla 8**

*Tipo de mezcla según el asentamiento presentado*

| Consistencia    | Slump   | Trabajabilidad  | Método compactación       |
|-----------------|---------|-----------------|---------------------------|
| <b>Seca</b>     | 0" - 2" | poco trabajable | Vibración normal          |
| <b>Plástica</b> | 3" - 4" | Trabajable      | Vibración ligera chuseado |
| <b>Fluida</b>   | > 5"    | muy trabajable  | Chuseado                  |

Fuente: (Abanto, 2009, p. 49)



**Figura 3** Medición del Slump

El **peso unitario**; Es la forma en que se logra calcular la densidad, volumen, la cual está en kilogramos por unidad de volumen de concreto de una forma mixta con una cantidad conocida de material de partida, cual se expresa en Kg/m<sup>3</sup> (NTP 339.046, 2008, p. 1). De lo cual se procede a calcular de la siguiente manera:

$$P.U.C = (P_b - P_m) / V_b$$

Donde:

P<sub>c</sub>= Peso del balde de concreto en dimensión de kg.

P<sub>m</sub>= Peso del balde vacío en dimensión de kg.

V<sub>b</sub>= Volumen del balde en dimensión de m<sup>3</sup>.



**Figura 4** *Peso unitario*

El **contenido de aire**; es el que especifica la proporción de aire que se incluye dentro de la mezcla, lo cual es bastante útil cuando se utiliza en climas más fríos. “El contenido de aire se logra establecer mediante la variación del volumen cuando an esta se ejerce una presión” (NTP 339.080, 2011, p. 1). Además, existen otros estándares con varios métodos para calcular el contenido de aire, incluidos ASTM C138, ASTM C173 y ASTM C231.

En las **propiedades mecánicas**, están conformados por las resistencias a compresión, flexión y tracción, que Arévalo y López definen como “una resistencia a la máxima capacidad que puede soportar los esfuerzos sin causar

falla alguna en lo específico; estas son significativas porque permiten determinar el calibre del empleado específico". (2020, pág. 18).

Se aconseja utilizar la aridez adecuada, una cantidad específica de agua y las mejores condiciones de cemento ya que las características de cada componente que conforma el hormigón varían mucho. (Chinchayhuara, 2020)

El Instituto Americano de Concreto (ACI,2021) 318S-11 establece en uno de sus incisos que "Una prueba de resistencia debe ser el promedio de la resistencia de dos cilindros realizados a partir de la misma muestra de mortero y debe ser ensayada dentro de los 28 días o como se especifica en para determinar su f'c". "Requisito de reglamento para concreto estructural".

**Resistencia a la compresión;** Es una de las principales características del hormigón, su capacidad para soportar cargas y fuerzas porque se comporta mejor que la tensión debido a que presenta propiedades adhesivas de la pasta de cemento. (Llontop y Ruiz, 2019)

De lo cual según Gutarra conceptualiza la definición de resistencia a la compresión:

[...]Se define como la capacidad de soportar una carga por unidad de área y se expresa en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y, a veces, en libras por pulgada cuadrada de tensión. Para asegurar que la mezcla de concreto cumpla con los requisitos de resistencia especificados (f'c) para una estructura dada, a menudo se usan los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión. (2020, p. 102)



**Figura 5** Tipos de fracturas generadas por el ensayo de compresión

En el cual para poder obtener el valor se emplea la siguiente fórmula:

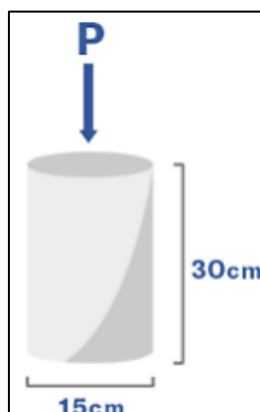
$$R_c = \frac{4 * G}{\pi * d^2}$$

Siendo:

$R_c$  = Esfuerzo a la rotura (la cual se expresa en kg/cm<sup>2</sup>).

$G$  = Carga máxima aplicada (la cual se expresa en kg).

$d$  = diámetro del espécimen cilíndrico (la cual se expresa en cm).



**Figura 6** Dimensión de probeta cilíndrica

Además, según Machaca se conceptualiza lo siguiente:

La NTP 339.034 menciona que la presión que se aplique debe ser continua para evitar impactos, además de aplicarse de manera axial y continua. “La presión que se aplica en los equipos de configuración hidráulica puede variar de 0.14 a 0.34 Mpa/s, por lo que la aplicación de la carga debe ser constante hasta detectar la falla en los epoxis”. (2022, pág. 32)

**Tabla 9**

*Tolerancia permisible*

| Edades para ejecutar el ensayo | Tolerancia Permisible |
|--------------------------------|-----------------------|
| 24 h                           | ± 0.5 h - 2.1%        |
| 3 d                            | ± 2.0 h - 2.1%        |
| 7 d                            | ± 6.0 h - 2.1%        |
| 28 d                           | ± 20.0 h - 2.1%       |
| 90 d                           | ± 2.0 h - 2.1%        |

Fuente: (NTP 339.034, 2008, p. 12)

**Resistencia a la tracción;** en lo cual consideramos a McCormac y Brown el cual conceptualiza lo siguiente:

Debido a las grietas en el hormigón que provocan su rotura bajo las cargas de tracción, su resistencia a la compresión es entre un 8 y un



15% superior a su resistencia a la misma. Por el contrario, bajo cargas comprimidas, dichas rejillas ayudan a dividir y dispersar la carga. La  $f_c$  radial cuadrada se utiliza para calcular el valor de los cambios de resistencia al trazado (resistencia a la compresión). (2011, p. 16)

Para realizar el cálculo correspondiente, se utiliza la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{4P}{4Ld}$$

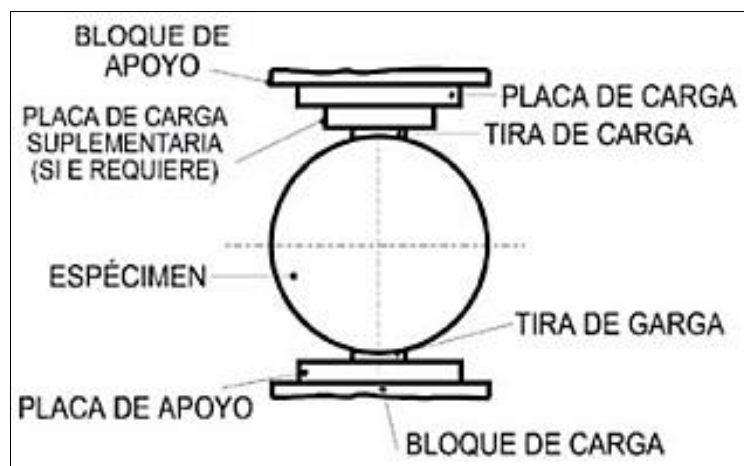
Siendo:

$R_t$  = Esfuerzo soportado en tracción (la cual se expresa en kg/cm<sup>2</sup>) .

$P$  = Máxima carga aplicada (la cual se expresa en kg) .

$L$  = Altura del espécimen de forma cilíndrica (la cual se expresa en cm) .

$d$  = Diámetro del espécimen de forma cilíndrica (la cual expresa en cm) .



**Figura 7** Ensayo de esfuerzo a la tracción

**La resistencia a la flexión;** De acuerdo con la NTP 339.079, así se conceptualiza: "Para realizar este ensayo, basta tomar muestras de vigas apoyadas y aplicar presión en sus centros hasta que se produzca la falla". (2012, pág. 1)

Lo que Paucarpoma conceptualiza como la definición de resistencia a la flexión:

Cuando se aplique a la cubeta de hormigón una carga con un área de sección transversal de 150 x 150 mm y una intensidad de luz de al menos tres veces esta masa. Si la resistencia a la flexión se expresa como un factor de falla (MR), en este caso en libras por pulgada cuadrada (MPa),

use el método de prueba ASTM C78 (carga del tercer punto) o ASTM C293 (carga del tercer punto) (carga del material) en el punto medio. El valor determinado cuando la viga se carga en el tercer punto es hasta un 15% menor que cuando se carga en el punto medio. (2021, pág. 54)

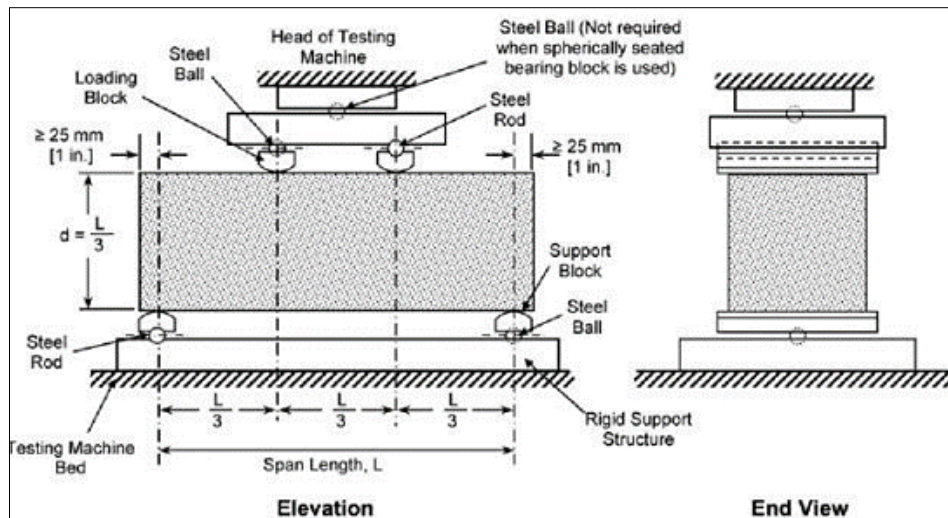
Según McCormac y Brown, esta definición es la siguiente:

A la viga se le da una carga lateral, y ocurren tres fases cuando esta carga aumenta hasta el punto de desbaratarse. El hormigón aún no ha fisurado en la primera fase, y la segunda fase es cuando está cargado y elástico produce fisuras, por lo tanto, la tercera fase es cuando se produce su fisura final. El esfuerzo de flexión en el que el hormigón comienza a desmoronarse es el factor de falla. Por lo tanto, no debe exceder una carga excesiva que resulte en un esfuerzo de rastreo que exceda el factor de falla. (2011, pág. 35)

Como resultado de lo establecido en la NTP 339.078 se establece lo siguiente:

La viga de ensayo deberá cumplir con todos los requisitos establecidos en la NTP 339.078. La distancia entre pilares es tres veces la altura y la tolerancia es del 2%. La carga se aplica de forma continua durante un tercio de la luz y tres de las cargas de rotura estimadas, ya un ritmo constante hasta la rotura, formando un ángulo de 90° entre la sección transversal y los lados de la viga, cuya superficie debe ser lisa y senza ranuras. (2012, pág. 4)

Después de que el procedimiento haya estado funcionando durante 28 días, se realizará la siguiente prueba. Para conseguirlo se debe aplicar una carga de entre el 3% y el 6% del esfuerzo idealizado.



**Figura 8** *Ensayo de esfuerzo a la flexión*

Utilizando varias porciones de fibra de palma y hoja, el diseño que se llevará a cabo en el presente estudio se desarrollará de acuerdo con la metodología ACI. Con esta metodología se obtendrán los valores de resistencia a flexión, compresión y tracción del diseño de acuerdo a la norma ASTM.

### 2.2.2. Comportamiento mecánico

Instituto de Física (2021) define el comportamiento mecánico como las propiedades mecánicas de los materiales, tales como elasticidad, plasticidad, elasticidad, resistencia, rigidez y fractura, determinan sus propiedades cuando se les aplican fuerzas externas continuas o constantes, constantes, variables o cíclicas.

Por lo tanto, la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales extraídos de las canteras se debe de primar a la hora de elegir los materiales para construir algo con la aplicación de la tecnología. Cuando se exponen a fuerzas mecánicas externas que alteran la capacidad de equilibrar el comportamiento de los materiales. Estas propiedades cubren una amplia gama de módulos interrelacionados: conductividad, densidad, resistencia, flexibilidad, ductilidad, rigidez y diversas protecciones. Existen básicamente tres tipos de propiedades: volumétricas, térmicas y físicas. Es interesante que, en la estructura de las propiedades del material, las propiedades mecánicas de los agregados y su rápida evolución.

### **2.2.3. Comportamiento mecánico del concreto**

Instituto de Física (2021) indica que, el comportamiento mecánico del concreto se muestra en su conducta que presenta en conjunto con las que conforman al estar sometido a diversas fuerzas mecánicas externas que alteran su capacidad de equilibrio, estas fuerzas miden su resistencia a la compresión, flexión, etc.

### **2.2.4. Resistencia a la compresión**

Rivera (2002), en general, los diseñadores estructurales describen la resistencia a la compresión ( $F'c$ ) en los informes y planos de diseño como base para calcular el tamaño y la resistencia de varias partes del diseño. Cuando se proporciona menos protección que la ( $F'c$ ) especificada en el trabajo, el estado de seguridad de la estructura se reduce. Debido a las diferencias en la dosificación, mezcla, transporte, posicionamiento, congestión y tratamiento concreto del fármaco, para evitar en lo posible esta reducción de la seguridad y asegurar que los diferentes valores protectores en cada operación sean la misma mezcla. Se debe dar el compuesto para encontrar una resistencia media a la compresión ( $F'cr$ ) superior a ( $F'c$ ). en el proceso constructivo, no es económico referirse a una resistencia pequeña igual a una resistencia de diseño; Siempre se pueden obtener algunos valores bajos del análisis estadístico

Hernández (2014) indica que, la mayoría de las estructuras de hormigón están diseñadas para soportar únicamente esfuerzos de compresión, por lo que, para efectos de diseño estructural, la resistencia a la presión es un criterio de calidad, por lo que las cargas de trabajo se expresan en términos de porcentajes.

De acuerdo con el Manual de Ensayo de Materiales (MEM,2016) explica que, para la hidráulica estructural,  $f'c$  no debe ser inferior a 17 MPa, con excepción de la hidráulica no estructural. No se ha establecido un valor significativo para  $f'c$  a menos que esta norma limite la oferta disponible.

La resistencia del hormigón no se puede medir en estado plástico; por lo tanto, el procedimiento habitual es tomar muestras durante el proceso de mezcla, seguido de pruebas de compresión. La mayoría de las características específicas mejorarán con el tiempo. Una parte de la pantalla de un compartimento antes de comprimirse (fisurarse) sirve como soporte para la compresión del hormigón. Después del vertido y curado, la resistencia al calco

de  $f'c$  debe alcanzarse en 28 días. Estas muestras se crean cada 120 m<sup>3</sup> de hormigón, cada 500 m<sup>2</sup> de un edificio, o cuando se preparan tres muestras de prueba una vez al día para un promedio de tres muestras por exhibición a una edad determinada. Las muestras de estas exhibiciones se retiran del molde entre 18 y 24 horas. - La resistencia a la compresión se suele evaluar entre 7 y 28 días. (MEM, 2016)

La norma ASTM-C-39 cumple con esta prueba, esto es necesario para obtener el valor  $f'c$  especificado por la mayoría de las normas. Las observaciones son tan importantes como los conceptos explicativos., cabe señalar que el requisito se refiere al uso de prensas trituradoras motorizadas, independientemente de la operación manual, debido a que, en la prueba, la velocidad de la aplicación de carga se ve muy afectada (20-50 lb /pulg<sup>2</sup>/s) La aplicación de la carga de fractura estimada debe ser constante durante al menos la segunda mitad. Los problemas de implementación y eliminación con las impresoras temporales de auto impresión reducen la presión entre los niveles de carga y afectan negativamente los valores de  $f'c$ . Está claro que la impresión manual en nuestra zona es barata y no requiere electricidad, por lo que hay que tener en cuenta que este método experimental favorecerá una mayor distribución y dependerá de lo siguiente. Similitud en la diferencia, creación de prototipos y carga de continuidad de la aplicación frente a métodos automatizados. Otra característica importante es que uno de los terminales de carga debe tener nombre y la muestra debe estar muy bien posicionada para evitar efectos de flexión complejos, el soporte publicado debe revisarse y repararse con frecuencia porque a menudo promueve la fusión y se traduce en resultados bajos de  $f'c$ . (MEM, 2016)

Según ASTM C-31 las resistencias mínimas según periodo de curado son: -A los 7 días se debe tener el 80% de la resistencia requerida, a los 14 días se debe tener el 90% de la resistencia requerida, a los 21 días se debe tener el 95% de la resistencia requerida y a los 28 días se debe tener 100% de la resistencia requerida.

### **2.2.5. Resistencia a la flexión**

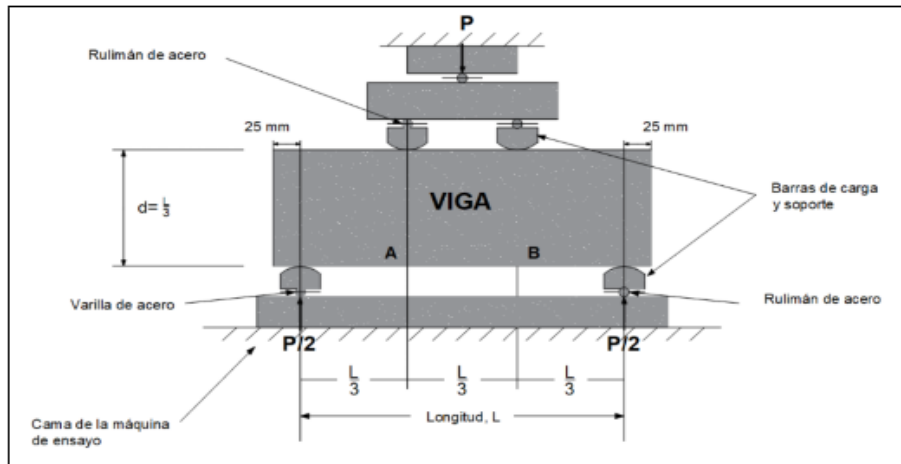
Rivera (2002), cuando se realizan los ensayos a tracción y compresión se puede resaltar que “la resistencia a tracción es muy baja con respecto a su resistencia

compresión , pero es mucho mayor que su resistencia neta. Este parámetro se aplica a estructuras como pavimento rígido; Esto se debe a que la presión que se ejerce sobre la superficie de contacto entre los neumáticos y la superficie del peatón es aproximadamente igual a su inflado, que suele ser de 5 o 6 kg/cm<sup>2</sup> ; Esta tensión de compresión del pavimento de hormigón hidráulico es muy baja en comparación con el soporte a la compresión del hormigón, que suele oscilar entre 150 y 350 kg/cm<sup>2</sup> en nuestra área. Varía en 2 cm. Por lo tanto, la calidad del hormigón no está determinada por el soporte a la compresión, sino por el soporte a la flexión, debido a la rotación y las diferencias climáticas que se presenta, un lado de la losa se somete a esfuerzos y el otro se tira hacia un lado. Llenos de gente, estos esfuerzos son dinámicos. Los esfuerzos de flexión pueden tomarse con refuerzo, pero esto no será económico, ya que el refuerzo debe usarse en dos capas. Prácticamente, funciona para diseñar el espesor de la placa para que el esfuerzo de flexión debido a la transmisión y las diferencias de temperatura del vehículo sea menor que el tamaño máximo de la placa. La característica esencial del diseño de pisos de concreto es claramente conocida como la resistencia elástica del cemento o "módulo de rotura".

Niño (2009), este ensayo está descrito en la norma NTC 120 y ASTM C348, el cual tuvo como finalidad determinar el comportamiento del concreto ante un esfuerzo de flexión. Este experimento ha sido criticado por su elasticidad debido a sus propiedades elásticas, lo que hace que los esfuerzos de tracción elevados que se producen en el ensayo sean diferentes a los calculados en las fórmulas conocidas. Los elementos plegables tienen una zona de compresión y otras áreas de carga. Esta condición es importante en estructuras sencillas de hormigón, como los pavimentos.

Pasquel (1998) indica que, en el control de calidad en tiempo real en las vías, se utiliza frecuentemente la Prueba de Flexibilidad ASTM C-78 (Ref.13.12), que incluye una muestra de sección de prisma de 15 cm. x 15 cm x 50 cm , sostenido por dos soportes a una distancia de 45 cm. Y carga la tercera a un tercio de la luz libre (15 cm de cada extremo) hasta que se produzca una rotura. Es relativamente fácil ajustar la máquina de prueba de compresión para realizar esta prueba mediante la construcción de los soportes de acero apropiados y los soportes necesarios para usar manómetros de alta precisión y baja presión.

Según la NTP 339.078, para aplicar el ensayo al espécimen con cargas a los tercios del tramo, deben ser elaboradas por dimensiones estándar de (0.50 x 0.15 x 0.15), así mismo se trabajará con la medida promedio, que resulta de las medidas al centro y los extremos del espécimen.



*Fuente: ASTM C78 Método de prueba para la resistencia a la flexión (viga simple cargada en los tercios de la luz).*

**Figura 9** Método de prueba de resistencia a la flexión

Como se puede apreciar, en la figura anterior se establecen las medidas de la muestra y la correcta aplicación, para calcular el módulo de falla se deben tomar líneas para determinar la posición de la muestra. Luego, el módulo de fractura se determinará en función de: ASTM C78 "Método de prueba para la resistencia a la flexión cargada en un tercio de la luz". Si la falla ocurre desde el tercio medio de la longitud entre los apoyos, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$Mr = \frac{PL^2}{bh^2}$$

Donde:

$M_r$  = Módulo de rotura (MPa)

$P$  = Carga máxima de rotura (kg)

$L$  = luz libre entre los apoyos (mm)

$b$  = Ancho de viga (mm)

$h$  = Altura de viga (mm)

Sin embargo, la fractura se origina en el punto de tensión fuera del tercio medio de los apoyos, pero la distancia no debe exceder el 5% de la luz libre, se aplica la siguiente ecuación. Pues bien, si el fallo se produce fuera del tercio medio y la distancia está libre en más de un 5%, se debe rechazar la prueba.

$$M_r = \frac{3Pa^2}{bh^2}$$

Donde:

$a$  = La distancia promedio entre la línea dividida y el soporte más cercano se mide en milímetros.

## 2.2.6. Trabajabilidad

### 2.2.6.1. Definición de trabajabilidad

Neville (2013), afirma que, el hormigón se considera fácil de trabajar, pero la simple afirmación de que la trabajabilidad determina la resistencia al flujo y la estratificación es demasiado vaga para describir esta importante propiedad del hormigón. Además, la trabajabilidad requerida en cada caso particular dependerá de los espesantes disponibles; Además, la trabajabilidad de los bloques de hormigón no es necesariamente suficiente para secciones delgadas, de difícil acceso o fuertemente armadas. Por estas razones, la funcionalidad debe definirse como una propiedad física específica que solo es adecuada para ciertos tipos de situaciones de diseño.

Para llegar a esta definición, considere lo que sucede cuando se compacta el concreto. Ya sea por agitación o vibración, este proceso esencialmente elimina el aire atrapado en el concreto para compactar la estructura de la mezcla tanto



como sea posible. Entonces, lo que está haciendo es superar la fricción dentro de las partículas individuales de concreto, así como el rozamiento entre el hormigón y la superficie del encofrado o armadura. Pueden llamarse fricción interna y fricción superficial, respectivamente. También se realiza algún trabajo para vibrar o sacudir el molde, así como para vibrar piezas de hormigón completamente compactadas. Por lo tanto, el trabajo ejecutado incluye una porción de trabajo "pérdida" y "útil", el último de los cuales, como se describió anteriormente, además se debe tener en cuenta que se tiene que superar la fricción interna y superficial .

Eficaz. Esto se "define mejor como" la suma de los deberes internos útiles necesarios para lograr la "compactación general", ya que solo la fricción interna es una propiedad del hormigón. Esta definición fue desarrollada por Gaville et al., y el campo de la compactación y la trabajabilidad se ha estudiado extensamente. "ASTM C 125-93" define la trabajabilidad de una manera un poco más cualitativa: "Determina las características de resistencia requeridas para manejar grandes cantidades de concreto premezclado con una mínima pérdida de uniformidad". Se da una explicación de la trabajabilidad del ACI "en ACI 116R-90, 4.46" porque: "Las propiedades del 'mortero' o del concreto premezclado determinan la 'ligereza y la 'uniformidad' con las que se puede mezclar", difunde, 'denso' ' y 'lleno'. Se utiliza para determinar la frescura del hormigón.

Otro término es consistencia, comúnmente utilizado, la palabra se refiere a la dureza o facilidad de flujo de una forma de material. En el caso del concreto, la densidad se emplea a veces para indicar el nivel de humedad, donde, dentro de los requerimientos máximos y mínimos, el concreto húmedo es más factible que el concreto seco, pero la trabajabilidad del concreto de la misma densidad puede ser diferente. El ACI define la consistencia como: "La fluidez relativa o la fluidez del mortero u hormigón terminado, medida por la precipitación. Hay diferentes definiciones de trabajabilidad y coherencia en la literatura técnica, pero ambas son esencialmente cualitativas. opinión sobre la exactitud científica. Lo mismo ocurre con muchos términos como portabilidad, fluidez y bombeabilidad. Otro término "estable" indica la consistencia de una mezcla, es decir, su resistencia a la segregación. Los términos mencionados tienen significados específicos, pero

sólo debido a circunstancias especiales, rara vez se pueden usar como descripciones objetivas y medibles de mezclas de concreto.

#### *2.2.6.2. Necesidad de la trabajabilidad*

Neville (2013) afirma que, hasta el momento, la capacidad de trabajo solamente se ha estudiado como una propiedad del hormigón en caliente, Pero cuando se trata del producto terminado, es una propiedad muy importante, ya que el hormigón debe ser laminado para lograr la máxima densidad. En proporción a la cantidad de trabajo o la cantidad preparada para ser colocado en las condiciones dadas. La importancia de la síntesis queda clara al estudiar la relación entre el momento y la fuerza creada. Es conveniente describir la primera como una relación de densidad, es decir, la densidad real del concreto dado y con la misma densidad de mezcla cuando está se haya compactado en su totalidad. De manera similar, cuando la relación de resistencia del hormigón se combina (parcialmente) con la misma resistencia compuesta, se puede denominar relación de resistencia. Luego la letra entre la relación de resistencia y la relación de densidad. El hormigón vacío reduce en gran medida la resistencia. El 5 % reduce la resistencia al vacío en un 30 % y el 2 % en blanco en un 10 %. Esto, por supuesto, se basa en el hecho de que la mejora de la resistencia está asociada con una mayor permeabilidad al agua y al aire. Grietas en el hormigón, burbujas de aire o vacíos después de eliminar el exceso de humedad. Este último volumen se basa principalmente en la relación mezcla agua/cemento; Hasta cierto punto, pueden existir espacios creados por grandes partículas de agregado o por agua atrapada bajo ellos reforzamientos. Las burbujas de aire, que figuran el "accidente" del aire, los espacios en un material suelto en primer lugar se rigen por la dispersión fraccionada de partículas finas y se evaporan fácilmente en lugar de secarse. Por lo tanto, para cualquier método de acabado, la mezcla con las burbujas de aire más bajas y el área total de agua puede tener un buen contenido de agua. Con este excelente contenido de agua, se puede obtener la máxima relación de densidad del cemento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el volumen ideal de agua se puede alterar según el método de envasado.

### *2.2.6.3. Los factores que afectan a la trabajabilidad*

Según Neville (2013), un factor importante es el contenido de agua de la mezcla, expresado en kilogramos (o litros) de agua por metro cúbico de concreto: es conveniente (aunque aproximado) suponer que, para el tamaño de partícula del agregado dada la trabajabilidad del concreto, el contenido de agua es proporcional al total.

La composición del cemento o mezcla no es importante. Con base en esta suposición, es posible estimar proporciones específicas a diferentes concentraciones y obtener el contenido de humedad total para diferentes tipos de precipitación y tamaños máximos de agregados. Estas normas se aplican únicamente al hormigón fijo. Después de la aireación, la cantidad de humedad se puede reducir según el tamaño y el tipo de aditivo. Esto es solo indicativo porque la cantidad de mezcla afectará la trabajabilidad; Si el contenido de agua y otras proporciones de mezcla permanecen constantes, la trabajabilidad está determinada por el tamaño máximo del agregado, el tamaño de las partículas y la forma. Sin embargo, tanto el grado de recubrimiento como la relación agua/cemento deben ser considerados, porque para una determinada relación agua/cemento, la generación de concreto más viable puede no ser la mejor calidad para una mezcla de concreto dada. En particular, cuanto mayor sea la relación agua/cemento, menor será el tamaño de partícula para una máxima eficiencia. De hecho, para una relación agua-cemento dada, la relación de agregado grueso y fino (para un material dado) tiene la trabajabilidad más alta. En cambio, existe una proporción de agregado grueso a fino que requiere un contenido mínimo de humedad para una trabajabilidad dada. En todos los casos, debe recordarse que, al verificar el tamaño de las partículas del agregado requerido para una trabajabilidad satisfactoria, se determina la relación de masa y es aplicable a los agregados con una densidad específica invariable. En el proceso constructivo, la trabajabilidad está determinada por la fracción de volumen de partículas de diferentes tamaños, por lo que cuando se utilizan agregados con diferente gravedad específica, por ejemplo, para algunos agregados livianos o mezclas de tamaño normal y absoluto Masa Base Esto también se aplica al concreto tratado con aire - cuando se airea actúa como partículas finas y no tiene peso. Ejemplo calculado a partir del volumen absoluto.

El impacto de las propiedades de los materiales agregados sobre la productividad laboral disminuye con el aumento de la riqueza de la mezcla y puede desaparecer por completo con una proporción tan baja de material agregado a cemento. Dado que solo dos de los tres factores están en juego durante la aplicación, se debe tener cuidado para predecir el impacto de la relación en la trabajabilidad: la relación agua/cemento, la relación agregada/cemento y el contenido de agua son independientes entre sí. Por ejemplo, si la relación agua/cemento disminuye, pero la relación agregada/cemento permanece igual, el contenido de agua y, por lo tanto, la trabajabilidad aumenta. Por otro lado, si el contenido de agua se mantiene constante mientras se reduce la relación cemento/árido, la relación agua/cemento se reducirá y la trabajabilidad no se verá seriamente afectada.

#### *2.2.6.4. Medición de la trabajabilidad*

Según Neville (2013),

Las propiedades tales como cohesión y adhesión, que determinan el grado de acabado, normalmente se evalúan mediante inspección visual y manipulación del hormigón con una herramienta de acabado, ya que actualmente no se dispone de pruebas para medirlas directamente. Sin embargo, se han desarrollado una variedad de pruebas que pueden determinar o correlacionar las propiedades plásticas del concreto en términos de densidad, fluidez, cohesión y compactación. (pág. 129)

#### **2.2.7. Ensayo de asentamiento**

Neville (2013) indica que,

No es un indicador directo de la trabajabilidad en sí mismo, sino una medida de la densidad del concreto en relación con la fluidez de la mezcla que indica qué tan maleable o sólido es. Otras propiedades, como la adhesión, la facilidad de instalación y el acabado, también son significativas, pero no se tuvieron en cuenta en este experimento. Como resultado, las escalas de medición del asentamiento solo tienen en cuenta un conjunto específico de características en lugar del impacto de cada propiedad en lo específico, lo que lleva a una serie de características mal descritas. Las Medidas y Métodos de Prueba del

Cono de Abrams Descritos en la NTC 396 y la ASTM CL 43  
Generalmente Incluyen (Pg. 130).

### **2.2.8. El Concreto**

Abanto (1997), "El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregados finos y gruesos, aire y agua en proporciones apropiadas para lograr ciertas propiedades deseadas, especialmente la resistencia." (pg. 11)

### **2.2.9. Componentes de concreto**

#### *2.2.9.1. Cemento*

Es una sustancia en polvo que también contiene óxido de calcio, álmina y óxido de hierro y que, cuando se agrega a la cantidad adecuada de agua, forma una pasta conglomerada que puede resistir tanto el agua como el aire. Se excluyen las pastas aéreas, yesos y calces hidráulicas.

- Cemento Portland

Para Rivera (2002) el Cemento Portland es:

Un Producto obtenido de la molienda de clínker Portland con la adición de uno o más compuestos de calcio y azufre. Puede agregar otros productos si no afectan las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben lijarse junto con el clínker. (pg. 18)

Para Abanto (1997), el Cemento Portland es:

Una sustancia comercial fácilmente disponible que, Cuando se combina con agua, sola o con otros materiales similares como piedra, arcilla o barro, tiende a reaccionar lentamente con el agua para formar una masa sólida. Esencialmente, un Clínter de textura fina es aquel que se produce calentando mezclas que contienen ciertas cantidades de calcio, aluminio, leña y rebanada. Los dos componentes principales utilizados para crear cemento Portland son. - La Caliza y Piedra Arcilla. (p. 15)

Según Neville (2013)

La capacidad del cemento para unir fragmentos minerales para crear una estructura completamente compactada puede atribuirse a sus propiedades cohesivas y adhesivas. Los cementos que se utilizan para fabricar

hormigón son en su mayoría de calcita y sílice, y tienen la capacidad de agrietarse y resistir la inmersión en agua. En general, pueden clasificarse como cementos naturales, cementos Portland y cementos con alto contenido de alúmina. (p. 1)

Pasquel (1998) “Es un aglomerado hidrófilo que se obtiene calentando calcita, arenisca y arcilla hasta obtener un polvo muy fino que conserva sus propiedades elásticas y pegajosas en presencia de agua”. (p.17)

- Tipos de Cemento Portland

Rivera (2002), “Las propiedades del cemento Portland cambian cuando cambia el contenido de C2S, C3S, C3A y C4AF, por lo tanto, se pueden producir varios tipos para satisfacer requisitos físicos y químicos específicos para diversas situaciones”. (p. 25)

Cemento Portland Tipo 1: empleado en los proyectos, que no requiere características diferentes a los normales.

Cemento Portland Tipo 1-m: Generalmente empleado en proyectos de concreto, que no requiere características diferentes, pero tiene una resistencia superior al tipo 1.

El mortero de cemento Portland tipo 2 generalmente está fabricado para trabajos que requieren un rendimiento de sulfato moderado a alto y requieren una temperatura de humedad moderada.

Cemento Portland Tipo 3: se utiliza donde se requiere un fraguado inicial acelerado.

Cemento Portland Tipo 4: se emplea en temperaturas bajas.

Cemento Portland Tipo 5: Brinda eficientemente el soporte ante la presencia de sulfatos.

Cemento Portland con Ventiladores de Aire: Incluye respiraderos durante la construcción; para identificarlos se les coloca la letra “a”, por ejemplo, cemento portland grado 1-a o 3-a etc. Cemento portland blanco: fabricado con materiales adecuados y pintado de blanco.; Cumple adecuadamente con los requisitos para el cemento Portland tipo 1 (ntc 1362).

### 2.2.9.2. Agua

Pasquel (1998) Las tres funciones principales del agua acumulada en el pozo son las siguientes:

I. Reacciona con el cemento para humedecerlo, II. Funciona como un lubricante que mejora la capacidad de trabajo del componente, y III, Por tanto, por razones prácticas, la cantidad de agua contenida en el mortero suele exceder la cantidad necesaria para hidratar el cemento. El principal problema de la mezcla con agua son las impurezas, que en su cantidad provocan reacciones químicas que interfieren en el funcionamiento normal de la solución. La primera regla a la hora de evaluar si un tipo de agua es apta para la producción de hormigón es determinar su idoneidad para el ser humano, porque lo que no es nocivo para las personas no es nocivo para nosotros. (p. 59)

**Tabla 10**

*Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088*

| Descripción                         | Límite permisible   |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1) Sólidos en suspensión            | 5,000 p.p.m. máximo |
| 2) Materia orgánica                 | 3 p.p.m. máximo     |
| 3) Alcalinidad ( $\text{NaHCO}_3$ ) | 1,000 p.p.m. máximo |
| 4) Sulfato ( Ión $\text{SO}_4$ )    | 600 p.p.m. máximo   |
| 5) Cloruros ( Ión $\text{Cl}^-$ )   | 1,000 p.p.m. máximo |
| 6) pH                               | 5 a 8               |

Fuente: Norma ITINTEC

Según Rivera (2002) indica que,

La mezcla con agua tiene dos propósitos muy esenciales, que incluyen humedecer el cemento y facilitar el tratamiento de la mezcla. Toda el agua que se utiliza para preparar el mortero u hormigón se divide en dos partes: una parte se riega con cemento y el resto simplemente se evapora con el tiempo al ocupar espacio en la mezcla, reduciendo tanto la resistencia

como la fuerza. De asesinato u homicidio La cantidad de agua requerida para humedecer el cemento oscila entre el 25% y el 30% del peso del cemento, sin embargo, con esta cantidad la mezcla es incontrolable; se requiere al menos el 40% del agua para que la mezcla comience a funcionar. según el peso del cemento, por lo que según las reglas empíricas anteriores, el mínimo es agua, pero teniendo en cuenta que el mortero u hormigón es trabajable Por regla general, el agua se considera apta para la fabricación de mortero u hormigón, independientemente de si ha sido pretratada o no, “si su composición química muestra que es apta para el consumo humano”, es decir, prácticamente toda el agua natural que es potable, sin olor ni sabor significativo, apta para mezclar mortero u hormigón, pero el agua que se utilizará en la preparación de estas mezclas puede no ser seguro para beber.(p. 77) se debe tener en cuenta que para determinar la evaporación del agua ver el tipo de colocado y además el dónde se está ejecutando las obras o trabajos con el concreto.

Para la Norma Técnica de Edificación (NTE,2009) El agua empleada para preparar y endurecer el hormigón es recomendable que sea potable . El agua no potable sólo debe usarse cuando no contenga aceites, ácidos, bases, sales, sustancias orgánicas y otras sustancias potencialmente peligrosas perjudiciales para el hormigón, el refuerzo o las estructuras empotradas, y se selecciona la mezcla de hormigón. Basado en el uso previsto. Las pruebas se realizan con agua de una fuente seleccionada, los bloques de lechada de prueba hechos de agua no potable deben mostrar al menos un 90 % de resistencia a los 7 días y 28 días para muestras similares hechas de agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia se realizará sobre un mismo mortero, excluyendo las mezclas de agua, preparado y ensayado de acuerdo con la NTP 334.051. (p. 19)

#### *2.2.9.3. Agregados*

Rivera (2002) Los agregados, también llamados áridos, son materiales” muertos, granulares, naturales o artificiales que se unen con cemento Portland conjuntamente con el agua para constituir un bloque (piedra artificial) que se conoce como mortero u hormigón. Todos estos materiales son suficientemente auto resistentes (resistencia granular) que no interferirá ni afectarán adversamente las propiedades de la mezcla y están garantizados para trabajar



con morteros adheridos por Portland como agregados o mezclas de concreto. En común, todos estos son materiales muertos, aclarando que estos no reaccionan de ninguna manera con otros elementos de la mezcla, especialmente el cemento, aunque, algunos agregados son activos en las fracciones más pequeñas debido a sus propiedades hidráulicas. Desarrollar resistencia mecánica, por ejemplo, escoria de alto horno en acerías, materiales volcánicos que contienen sílice activa, etc. Pero existen otros agregados que contienen elementos desfavorables que pueden afectar la configuración del interior del concreto y su resistencia, así como pueden tener azufre, que tienen partículas más finas que el polvo o las partículas degradables. (p. 41)

Pasquel (1998) Los áridos se definen como elementos de hormigón inerte adheridos al mortero para formar estructuras portantes . En el volumen total del concreto las  $\frac{3}{4}$  partes es el agregado, por lo que su calidad es muy importante para su colaboración final. Los nombres de desprecio son relativos no son partícipes directos en la reacción química que se efectúa al juntarse el agua con cemento para formar un aglomerante o lechada, sus propiedades interceden significativamente en la calidad del concreto, para algunos proyectos su importancia es igual que el de cemento. Para lograr la resistencia, conductividad, durabilidad y otras características especificadas. Suelen estar compuestos por granos minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o una combinación de los mismos, y sus propiedades fisicoquímicas influyen en la mayoría de las propiedades del hormigón. La repartición del volumen de partículas en el hormigón es muy importante para obtener una configuración densa y eficiente y con suficiente trabajabilidad. La ciencia ha confirmado que las partículas deben unirse casi por completo, las partículas pequeñas ocupan el espacio entre las partículas grandes y el conjunto debe mantenerse unido con mortero de cemento. (p. 69)

- Agregado Fino

Abanto (1993) "El agregado fino se define como arena finamente molida o piedra natural de pequeño tamaño que pasa por un tamiz de 95 mm (3/8) y cumple con los límites del IINTEC 400.037". (p. 23)

- Agregado grueso

Abanto (1997) “Se considera agregado fino a la arena natural o roca de pequeño tamaño finamente dividida, que pasa por un tamiz de 95 mm (3/8) y cumple con los límites de ITINTEC 400.037”. (p. 26)

#### 2.2.9.4. *Tiempo de mezclado*

Rivera (2002) En las obras de construcción, siempre se prefiere mezclar el concreto lo más rápido posible, por lo que es importante conocer la duración mínima de preparado y requerido de un concreto con la uniformidad de los que componen y el resultado sea satisfactorio y muy resistente. Esta duración dependerá del tipo de la mezcladora a utilizar, y estrictamente hablando, no será la duración de preparado, sino la cantidad de rotaciones del agitador lo que determine el criterio de mezclado adecuado. Generalmente, una carga de alrededor de 20 rpm es suficiente, pero el fabricante de la licuadora mezcladora la velocidad de centrifugado óptima (velocidad de mezcla  $\approx$  10-20 rpm; velocidad de mezcla  $\approx$  2-6 rpm), velocidad de mezcla y tiempo en la tabla 2. La relación en 4.5 da el tiempo de mezclado mínimo recomendado por ASTM. (pp. 93,94)

**Tabla 11**

*Tiempos mínimos de mezclado recomendados*

| CAPACIDAD DE LA MEZCLADORA (m <sup>3</sup> ) | TIEMPO MÍNIMO DE MEZCLADO (Minutos) |
|--|-------------------------------------|
| $\leq 0,8$                                   | 1                                   |
| 1,5  | 1 ¼                                 |
| 2,3  | 1 ½                                 |
| 3,1  | 1,75                                |
| 3,8  | 2                                   |
| 4,6  | 2 ¼                                 |
| 7,6  | 3 ¼                                 |

Fuente: ASTM

#### 2.2.9.5. *Fibras de polipropileno*

Benavides & Gonzales (2012) Estas fibras de polipropileno se producen en un proceso externo, el material arrastra calor al disco en una sección circular, lo que crea una serie de fibras llamadas remolque a la vez. [ACI Committee 544 2002]. “La fibra de polipropileno fibrilado es el resultado de un proceso de extrusión en el que el disco es rectangular”, lo que da como resultado un tejido en cinta de igual longitud de láminas de película de polipropileno; Las fibras se producen en

pequeños paquetes de fibra de vidrio, es decir, se componen de varias fibras pequeñas y los paquetes se cortan durante el proceso de agregación, se cortan en paquetes de tamaño mínimo o fibras individuales. [THE ABERDEEN GROUP 1983; ACI Committee 544 2002]. El polipropileno es hidrofóbico, es decir, no se incorpora de líquido, pase a que no se espera que la fibra de polipropileno se adhiera en una composición de agregados cemento y agua, la adhesión se debe a la interacción mecánica [ACI Committee 544 2002]. La fibra de polipropileno está hecha de pegamento de polipropileno Homopololmer, el punto de fusión y el módulo elástico (relativamente mucho más pequeños que otros tipos de fibra) pueden estar limitados en algunos procesos, sin embargo, utilizan fibras de polipropileno para proporcionar materiales refractarios durante la producción. Canales en blanco internos utilizados para controlar los cambios de temperatura o la humedad [ACI Committee 544 2002] (pp. 4,5,6)



**Figura 10** *Concreto con microfibras de polipropileno*



**Figura 11** *Dosificación de microfibra de polipropileno*

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

- Abrasión (pista húmeda (wtat)): "Procedimiento de ensayo para la determinación de la pérdida de masa de muestras de lechada asfáltica antes de su consumo".

- Adhesión: resistencia al corte entre el suelo y otro material cuando la presión externa es cero .

- Adhesividad: grado de adherencia del ligante asfáltico a los agregados finos.

- Agregado de Gradación Fina: un agregado que tiene una jerarquía continua de grande a pequeño y en el que este último prevalece

- Agregado de Gradación gruesa: un continuo que se gradúa de grande a pequeño y donde predomina lo grandes

- Agregado Densamente Gradado: sintetizado en una distribución de tamaño de producto tal que, cuando se comprime, los vacíos intergranulares, expresados como porcentaje del espacio total ocupado, son relativamente pequeños.

- Agua Absorbida: el agua es retenida mecánicamente en el suelo o la roca

- Almacenamiento (estabilidad al): Ensayo para determinar la presencia de retracción en almacenamiento de betunes modificados .
- Análisis Mecánico: se utiliza para determinar la medida del grano de un material o para cuantificar la distribución del tamaño .
- Aparato de Vicat: una herramienta para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico”.
- Balanza de “Michaels”: equipo utilizado para probar la resistencia a la tracción de cantidades de prueba de cemento colado en un molde especial número ocho.
- Blaine (finura): corresponde a materiales en polvo como cemento y/o puzolana y se expresa como superficie en  $\text{cm}^2/\text{gramo}$ . cal - alto óxido de calcio: según el proceso de producción, se denomina cal calcinada, cal apagada
- Cántabro (ensayo): Procedimiento para determinar el desgaste de una pieza hecha de una mezcla de betún y carburo de calcio: material utilizado en dispositivos para la medición rápida y aproximada del porcentaje (%) de humedad en suelos y materiales .
- Compresión: acción compresiva del material mediante la aplicación de una carga, que puede ser axial, se dispone de opciones en el ensayo, tales como: ilimitada, triaxial, entre las que se encuentra el ensayo de consolidación no drenado; ensayo drenado, ensayo no consolidado no drenado y utilizado para medir ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) y fuerza adhesiva (c), valores utilizados en el cálculo de estabilidad estructural (cimentaciones), intersecciones, rampas, tabiques de hormigón, etc. .
- Compresión no confinada: Método para determinar la resistencia al corte del suelo. .
- Consistencia: La relativa facilidad con la que el suelo puede fluir y deformarse.
- Consolidación (ensayo): Esta es una prueba en la que se coloca una muestra en los lados de la arcilla y se presiona entre dos superficies porosas.
- Contracción (factores): parámetros relacionados con el cambio de volumen del suelo.
- frasco de le chatelier: un dispositivo utilizado para determinar la densidad del cemento hidráulico.

- Cuarteado: "agrietado"
- Cuarteadoras: fisuras finas superficiales
- Secador: dispositivo que seca agregados y los calienta a una temperatura determinada" testigo: "muestra cilíndrica de concreto o mezcla de concreto hidráulico.
- Fisura: rajadura
- Fisura por contracción Plástica: Castillo (1997) afirma que inmediatamente después de su vaciado (vertido, colado), y mientras el concreto aún se encuentra en estado plástico, ocurren fisuras plásticas (retracciones) en la superficie del concreto fresco.



**Figura 12** *Fisura (abertura superficial)*

- Fisuración: agrietamiento o fisuramiento
- Grieta: Cuando sucede algo que hace que el concreto se expanda o contraiga, o cuando se aplica una carga pesada, o cuando ocurre un cambio en el soporte, es probable que el concreto se agriete. Una de las formas más comunes de grietas se denominan grietas por contracción plástica. A diferencia de fisura, una grieta resulta más profunda (Paqsa, 2022).



**Figura 13** *Grieta en columna estructural*

- Muestreadores: dispositivos que permiten obtener muestras, existiendo los dispositivos de pistón y los de tubo abierto .
- Humedad: cantidad de agua en el suelo o material medidos en porcentaje.
- Módulo de Finura: Algunos experimentos se obtienen sumando los porcentajes restantes en cada una de las siguientes celdas y luego dividiendo el resultado por 100. .
- Picnómetro: contenedor de vidrio, forma cilíndrica o cónica .
- Piezómetro: instrumento que mide la carga en un punto por debajo de la superficie .
- Refrentar el Concreto (los testigos): el acto de vendar una cubierta sobre el testigo antes de una prueba de conocimiento (cerrado)

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Según su Aplicación**

Esta es una investigación práctica ; Esto se debe a que, utilizando el conocimiento y la experiencia adquirida en el sector de la construcción, se resolverá el problema, incluidos los hallazgos de la investigación básica.

Para Murillo (2008) “La investigación práctica se denomina “investigación práctica o empírica” y busca aplicar los conocimientos adquiridos, mientras que otros se obtienen luego de aplicar y coordinar un enfoque basado en la investigación. La utilización del conocimiento y la investigación dan como resultado un enfoque riguroso, organizado y estratégico del conocimiento”.

#### **3.1.2. Según su fin**

El presente trabajo es una investigación descriptiva; porque van más allá de las descripciones de conceptos o eventos al determinar relaciones causa-efecto. Este estudio se centra en el estudio de las causas o efectos de un hecho y la posible interpretación de los hechos a partir de teorías de referencia. (Hernández, 2014, p. 94)

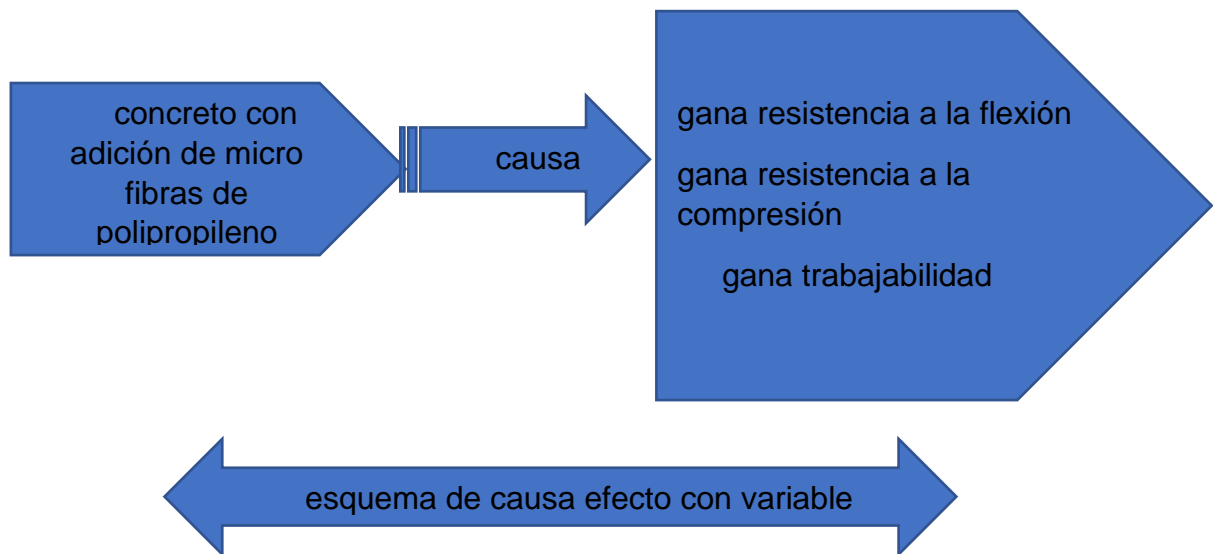
La investigación explicativa es más que solo describir conceptos o eventos o establecer relaciones entre conceptos, es decir, está dirigida a responder a los hechos y las causas de los eventos físicos o sociales. Como sugiere el nombre, nuestro enfoque está en explicar por qué ocurrió el evento y cómo funciona, o por qué dos o más variables están relacionadas.

### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de este trabajo es totalmente experimental y tridimensional.

Según Hernández (2014) tiene al menos dos acciones, una general y otra específica. La general se refiere a tomar una decisión o emprender una acción y luego evaluar los resultados





**Figura 14** *Esquema de Diseño de causa efecto con variable*

En este estudio se realizaron diseños compuestos estándar y cuatro diseños compuestos de microfibra sintético de polipropileno de diferentes proporciones, los cuales fueron sometidos a tratamiento experimental, y el uso de variables independiente alcanza sólo dos significados: la presencia y ausencia de microfibra sintética de polipropileno, medida en función de la variable dependiente producida en ambos grupos.

**Tabla 12**

*Diseño de posprueba para un patrón y varias combinaciones*

|     | GRUPO                     |    | VARIABLE INDEPENDIENTE |     | POSPRUEVA                            |
|-----|---------------------------|----|------------------------|-----|--------------------------------------|
| CP  | concreto patron           |    | sin fibra              | PP  | trabajabilidad, compresion y flexion |
| CE1 | concreto patron con fibra | x1 | con fibra 300 g/m3     | PP1 | trabajabilidad, compresion y flexion |
| CE2 | concreto patron con fibra | x2 | con fibra 450 g/m4     | PP2 | trabajabilidad, compresion y flexion |
| CE3 | concreto patron con fibra | x3 | con fibra 600 g/m5     | PP3 | trabajabilidad, compresion y flexion |
| CE4 | concreto patron con fibra | x4 | con fibra 1200 g/m6    | PP4 | trabajabilidad, compresion y flexion |

Fuente: Elaboración Propia

El desempeño del diseño de investigación se desempeña de la siguiente manera: (Ver Tabla 3) Concreto estándar (CP), mezclado con método ACI 211,

que se usará en las losas, obras civiles que requieran una resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  , la evaluación se hará a los 7, 14 y 28 días; El concreto experimental (EC), representa cuatro diseños de fibra (300 g/m<sup>3</sup>, 450 gr/m<sup>3</sup>, 600 gr/m<sup>3</sup> y 1200 gr/m<sup>3</sup> ) para cada soporte requerida; El uso de variantes (X o -) se realiza añadiendo microfibras sintéticas de polipropileno, no se añaden diferentes dosis de microfibras sintéticas de polipropileno , que son de 300 g/m<sup>3</sup>, 450 g/m<sup>3</sup>, 600 g/m<sup>3</sup> y 1200 g. / m<sup>3</sup> en secuencia en cada concreto; posprueba (PP.), se evalúa la resistencia a la flexión y compresión y la trabajabilidad por asentamiento, tanto en el concreto patrón como en el concreto experimental .

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Se define a población como el grupo de individuos u objetos sobre los que un proyecto de investigación pretende aprender algo. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros" (López, 2004)

Bajo la premisa anterior, resulta concreto constituido con material de la cantera de la poderosa que está ubicado en el departamento y Provincia Arequipa, Distrito Uchumayo, para ser usado en el distrito de Miraflores, Arequipa. Así mismo, cabe precisar que la investigación se llevó a cabo el año 2021.

#### **3.3.2. Muestra**

La investigación tendrá lugar en un subconjunto o área del mundo o población. Existen métodos para obtener la cantidad de los componentes de la exhibición, tales como fórmulas, lógica, entre otros. La exhibición es una porción que es representativa de la población (López, 2004)

Esta investigación se ha realizado 15 vigas de 0.70x0.15x0.15 m. y 36 probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura los elementos son de concreto de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  en el distrito de Miraflores - Arequipa

Así mismo, esta investigación presenta como muestra vigas de 0.70x0.15x0.15 m. y probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura (de acuerdo a las normas ASTM C 192 y NTP 339.183 ) los elementos son de

concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en el Distrito de Miraflores-Arequipa, con y sin adición de microfibras sintéticas de polipropileno, este es un ejemplo imposible y orientador. El uso de la dicha muestra no depende de los hechos sino de las características e intereses del investigador. La cantidad de testigos fue de 48 testigos.

### **3.3.3. Muestreo**

Es el método utilizado para elegir los elementos de la muestra que representan a toda la población. “Consiste en una colección de reglas, procedimientos y criterios utilizados para elegir un grupo de individuos de una población para reflejar todo lo que sucede en esa población como un todo”. (Mata et al, 1997, p.19)

El muestreo aplicado en la presente investigación para la selección de componentes de la muestra fue, muestreo probabilístico aleatorio simple, ya que cada unidad que compone la población tendrá la misma posibilidad de ser considerado.

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

### **3.4.1. Recolección de datos**

El trabajo de investigación se desarrolló mediante la observación y experimentación de primera mano. Para ello se crearon probetas de concreto, cuyos resultados revelarán los indicadores de soporte a compresión logrados a los 7, 14 y 28 días, así como los indicadores de soporte a flexión a los 28 días, permitiéndonos comprender el comportamiento del hormigón adicionado con fibras sintéticas de polipropileno a temperaturas típicas de Arequipa.

### **3.4.2. Instrumentos**

- Empleo de instrumentos y equipos para el diseño de mezcla
- Formato para diseño de mezcla.
- Formato para control de Slump - asentamiento
- Empleo de equipos para ensayos de muestras
- Formato para registro de ensayo a compresión .
- Formato para registro de ensayo a flexión .

### 3.5. Trabajo experimental

Para el presente estudio se crearon cuatro diseños de mezcla, cada uno de los cuales se codificó según el peso de la microfibras de polipropileno utilizada en el cuadro N° 4 teniendo en cuenta las siguientes fuentes

Fuentes:

- (RNE) Reglamento Nacional de Edificaciones
- (NTP) Norma Técnica Peruana
- (ASTM) American Society for Testing and Materials
- (ACI) American Concrete Institute
- (MTC) Manual de Ensayo de Materiales

**Tabla 13** Codificación de mezclas experimentales

| Descripción                       | Codificación de mezclas experimentales |            |            |            |            |
|-----------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|
|                                   | CP                                     | CE-1 (MFP) | CE-2 (MFP) | CE-3 (MFP) | CE-4 (MFP) |
| Diseño f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> | Sin adición                            | 300 gr     | 450 gr     | 600 gr     | 1200 gr    |

Fuente: Propia

### 3.6. Desarrollo del tema

#### 3.6.1. Selección de los materiales

##### 3.6.1.1. Piedra chancada

La piedra chancada de 3/4" se adquirió de la cantera la poderosa que está ubicado en el departamento y Provincia Arequipa Distrito Uchumayo con una Altitud de 2041 metros sobre el nivel del mar, las Coordenadas son latitud 16°26'32.71"S Longitud 71°38'5.91"O, Para llegar a la cantera, siga la Avenida Arankota, este camino lo llevará a la entrada del área de Tiabaya, allí tomaremos un desvío hacia el puente de Tiabaya, que conduce al área de Kongata, en el camino nos encontraremos con un túnel que dice la entrada. a la mina cerro verde por el lado derecho por el tunel se entra a la vereda que es la entrada a la cantera, "productos que se dan en la cantera", "poderoso", es decir "arena cruda", "escombros con 1/ 2", 1", 3/4" cuyas materias primas se extraen de una cantera particular

### 3.6.1.2. Arena gruesa

Se adquirió de la cantera la poderosa que está ubicado en el departamento y Provincia Arequipa Distrito Uchumayo con una Altitud de 2041 metros sobre el nivel del mar, Coordenadas: latitud 16°26'32.71"S, longitud 71°38'5.91"T, "para llegar a la cantera se sigue por la avenida Arancota", este camino nos llevará hasta la entrada a la zona de Tiabaya, donde nos desviamos a Tiabaya por un puente que conduce a la zona de la congata, en el camino encontramos un túnel que conduce a la entrada de la mina Cerro Verde a la derecha, pasas por un túnel en un pequeño camino que es la entrada a la cantera., las mercaderías que provee la tienda La más poderosa es la arena espantosa, que es un trozo de piedra labrada que se extrae de esa cantera y mide 1/2", 1" y 3/4".



**Figura 15** Cantera La Podera (Google Earth, 2021)



**Figura 16** procesamiento de piedra chancada y arena gruesa

### **3.6.2. Procesamiento de los materiales en laboratorio**

#### *3.6.2.1. Análisis de la granulometría de la piedra chancada y arena gruesa*

- *Procedimientos*

Se realiza el secado a 110°C, hasta llegar a un peso que no varié.

Se ordena los tamices por el tipo de abertura , de mayor a menor para proceder a tamizar los materiales.

Se tamizan los materiales de forma manual entre 10 a 15 minutos.

Gire las partículas para permitirles pasar a través del tamiz sin dejar de ser contundente para evitar dañar el martillo.

El peso que se ha retenido en cada centro comercial se registra con el uso de una balanza electrónica.

Después de la domesticación, el peso total del material se determina en relación con el peso estimado inicial de la exhibición.

Además de balanza electrónica y horno eléctrico, el juego de centros comerciales con dimensiones estándar de 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, Se utiliza el N° 16, N° 30 N° 50, N° 100 y N° 200.

La obra de arte fue elegida en la galería con sumo cuidado para ser lo más representativa posible

#### *3.6.2.2. Peso Unitario de los agregados*

Los pesos unitarios de los áridos reflejan la masa que alcanza un determinado volumen y se utilizan en procesos de diseño de mezcla específicos.

Paz de 98 de Pasquel Carvajal, 1998 "Es el resultado de dividir la masa de la partícula por el volumen total, incluido el vacío. Incluir la distancia entre las partículas afecta la forma en que encajan, lo que lo convierte en una medida relativa

- **Procedimiento**

#### A. Peso Unitario Suelto

Se alista todas las herramientas a utilizar

Se pesa el recipiente cilíndrico y se registra.

Con una cuchara de metal, giras la adición en el recipiente cilíndrico hasta que revienta.

Decantar sin ejercer presión utilizando un vale de bóveda metálica.

El, el peso del recipiente en combinación con la adición, se determina y registra.

Se realiza tres veces y se trabaja con el promedio

#### B. Peso Unitario Compactado

Se pesa el recipiente cilíndrico y se registra

Con la adición, se llena un tercio del recipiente; colóquelo en la mano.

Para envenenar las capas vértidas del agregado, aplique 25 golpes uniformemente espaciados de la varilla a cada capa.

Utilizando la varilla para cortar la superficie y eliminar cualquier exceso.

El recipiente cilíndrico pesa más con la adición y registros.

Se utilizó una varilla de hierro liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo con la punta rehecha, una copa de metal, un recipiente medidor cilíndrico y una balanza electrónica.

El display se reduce a una cuarta parte hasta que pesa entre un 150 y un 200 por ciento más que el volumen del destinatario

#### 3.6.2.3. *Contenido de humedad de la piedra chancada*

##### • *Procedimiento*

Se mide y registra el peso de la piedra rota.

Se pesa la tara y se registra su peso.

Se pesa la piedra canteada y se registra su peso.

La exposición se calienta a 110°C durante 24 horas.

Después de 24 horas, la muestra seca se pesa en el horno.

Con el fin de determinar la humedad de la piedra rota, se pesa la muestra seca y se registran los resultados.

Se utilizó una balanza digital, un horno a 110°C y alquitranes.

La muestra fue la más representativa obtenida para el trabajo

#### 3.6.2.4. Contenido de humedad de la Arena Gruesa

- *Procedimiento*

Se pesa la arena gruesa y se registra su peso.

Pesar la tara y registrar su peso.

Pesar la tara más la arena gruesa y se registra su peso.

La exposición se horneó a 110°C durante 24 horas.

Después de 24 horas, el objeto expuesto se seca en el horno y se registra su peso.

Para determinar el contenido de humedad de la arena rocosa, se pesó el espécimen seco y se registraron los resultados.

Cálculo del contenido de humedad usando:

$$P = \frac{[\omega - D] \times 100}{D}$$

Considerando:

P: Contenido de humedad.

W: Peso muestra húmeda inicial en gramos.

D: Peso de muestra seca en gramos.

#### 3.6.2.5. Peso específico y Absorción de los Agregados

Manual de Ensayo de Materiales (MEM, 2016). Gravedad específica (gravedad específica) una propiedad comúnmente utilizada para calcular el volumen ocupado por los agregados en varias mezclas que contienen impurezas, incluido el concreto Portland, el concreto asfáltico y otras mezclas distribuidas y estimadas por volumen. También se utilizó para calcular la brecha en el estudio complementario MTC E 203.

##### A. Piedra Chancada – Peso Específico y Absorción

- *Procedimiento*

La exhibición se seca a 110 grados centígrados para alcanzar un peso permanente antes de ser refrigerada de una a tres horas para alcanzar la temperatura ambiente.



Sumerja la exhibición en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

Para eliminar toda el agua superficial que haya en las partículas, proceder a extenderlas sobre una superficie absorbente.

Durante el secado de la superficie se evita que se evapore.

Descartando las partículas que pasan el tamiz N° 4, se redujo la muestra a la cantidad necesaria antes de lavarla para eliminar cualquier impureza.

La exposición está agobiada por su superficie saturada.

Una exhibición saturada con una superficie seca se coloca inmediatamente en un nicho.

Se mide y registra el peso de la piedra que se arrojó al agua.

Mientras se sumerge, todo el aire circundante es evacuado mediante sacudidas.

Tome la exhibición mientras deja la manta sobre la mano, luego proceda a pesarla y registrarla.

Se utiliza un depósito de agua, alquitrán, un pozo negro de malla, una balanza electrónica tamiz (N° 4) y un horno con regulador de temperatura de 110°C +/- 5°C.

Según el (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), “el peso específico de la masa (pem) se calcula mediante la siguiente ecuación”:

$$Pem = \frac{A}{B-C} \times 100$$

(Manual de Ensayo de Materiales, 2016). “la Absorción (Ab) se calcula con la siguiente ecuación”

$$Ab (\%) = 100 \times \frac{(B-C)}{A}$$

A = Peso muestra seca en gr.

B = Peso muestra saturada superficialmente seca gr.

C = Peso en el agua muestra saturada.

B. Arena gruesa – Peso Específico y Absorción

- *Procedimiento*

Se introduce en el frasco 500 g. de arena gruesa preparada, verter parcialmente con agua hasta la marca indicada .

Agitar de 15 a 20 minutos el frasco para eliminar las burbujas .

Retire las burbujas de aire y llene el frasco hasta el volumen calibrado.

Registre la masa total del agua y el frasco de muestra Retire las burbujas de aire y llene el matraz hasta el volumen calibrado.

Ponga la espantosa arena del frasco en un recipiente.

Ponga el horno a 110 °C y hornee de 60 a 120 minutos.

determinar y registrar el peso.

(Manual de Ensayo de Materiales, 2016). “Para hallar el peso específico de la arena gruesa se usa las siguientes fórmulas”:

Peso específico (Pem):

$$Pem = \frac{w_0}{(v_0 - v_a)} \times 100$$

Manual de Ensayo de Materiales, 2016 “la Absorción (Ab) se calcula con la siguiente ecuación”

la Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \frac{500 - w_0}{w_0} \times 100$$

Donde:

Wo = Peso en gramos muestra seca al horno.

V = Volumen del frasco.

Va = agua añadida al frasco volumen en cm³.

Para esta investigación se utilizó tara, cucharón, frasco volumétrico en cm, molde metálico, varilla metálica para apisonado normalizado, balanza y horno con regulador de temperatura de 110 °C a 5 °C.

La espantosa arena obtenida por cuarto se aspira y se hornea a 110 5 °C antes de sumergirla durante un día.

Para mitigar la pérdida de partículas después de eliminar el agua, la arena espesada se coloca en un recipiente y, a menudo, se agita para distribuir uniformemente las partículas y evitar la adhesión.

A medida que se agrega el aditivo, golpear suavemente la mezcla 25 veces con una varilla normalizada para verificar la adherencia mientras se levanta el molde.

Si la pantalla mantiene su forma cíclica, indica que todavía hay humus libre.

El proceso de frotar una y otra vez hasta que el cono pierde su forma indica que ha alcanzado el estado de superficie seca.

### **3.6.3. Método para diseñar mezclas para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

#### *3.6.3.1. Secuencia de diseño según ACI 211*

Elegir la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ) a partir de la resistencia a compresión ( $f'c$ ) y desviación estándar ( $s$ )

Seleccione la unidad TMN

Elija el revenimiento

Seleccione el volumen de la unidad de agua de diseño

Seleccionar contenido de aire inhalado y/o infiltrado

Elija  $a/c$  por resistencia, durabilidad

Determinar el coeficiente de cemento .

Determinar la participación por volumen de agregado grueso.

Determine el volumen absoluto de cemento, agua de diseño, agregado de aire.

hallar el volumen absoluto de agregado fino

hallar el peso de agregado fino

*A. Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ) a partir de la resistencia a compresión ( $f'c$ ) y Desviación Estándar ( $s$ )*

Se calcula la desviación estándar

Cuando se cuenta con 15 a 29 ensayos y resultados válidos el factor de corrección de desviación estándar será según la siguiente tabla

**Tabla 14** Factor de corrección de desviación estándar

| Ensayos | Factor de corrección |
|---------|----------------------|
| 15      | 1.16                 |
| 20      | 1.08                 |
| 25      | 1.03                 |
| 30      | 1                    |

Fuente: ACI 318

La resistencia requerida se determina con las siguientes fórmulas dadas en ecuaciones y de los resultados se elige el mayor

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 s - 35$$

Si no se tiene ensayos se determina de acuerdo al siguiente cuadro

**Tabla 15** Factor de resistencia requerida

| Resistencia especificada a la compresión $f'_c$ kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia promedio requerida a la compresión ( $f'_{cr}$ ) kg/cm <sup>2</sup> |
|--|---|
| Menos de 210 kg/cm <sup>2</sup>                                    | $f'_c + 70$ kg/cm <sup>2</sup>  |
| De 210 a 350 kg/cm <sup>2</sup>                                    | $f'_c + 85$ kg/cm <sup>2</sup>  |
| Más de 350 kg/cm <sup>2</sup>                                      | $f'_c + 100$ kg/cm <sup>2</sup>   |

Fuente: Comité ACI 211

### B. Elección del TMN del agregado

Norma Técnica de la Edificación, 2009, p. 18. "El tamaño nominal máximo de la unidad bruta no debe superar":

a) 1/5 de la división más pequeña entre los lados de la plantilla.

b) 1/3 de la altura de la teja, en su caso.

(c) 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres de refuerzo individuales, haces de varillas, tendones individuales, haces de tendones o tubos. instalado sin huecos ni cunas

### *C. Elección del Asentamiento*

Para el asentamiento del slump se tuvo en cuenta la tabla 7 de ACI comité 211

**Tabla 16** Factor de Asentamiento según ACI

| <b>TIPO DE CONSTRUCCIÓN</b>                              | <b>MAXIMA</b> | <b>MININA</b> |
|--|---------------|---------------|
| zapatas y muros de cimentación armado                    | 3"            | 1"            |
| cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros | 3"            | 1"            |
| vigas y muros armados                                    | 4"            | 1"            |
| columnas de edificios                                    | 4"            | 1"            |
| losas y pavimentos                                       | 3"            | 1"            |
| concreto ciclópeo  | 2"            | 1"            |

Fuente: Comité ACI 211

Y también se puede utilizar la tabla 8 de ACI comité 211

**Tabla 17** Factor de Asentamiento

| Asentamiento (pulgadas) | consistencia | Grado de trabajabilidad | Tipos de estructuras y condiciones de colocación   |
|-------------------------|--------------|-------------------------|--|
| 0" - 1"                 | Muy seca     | Muy bajo                | Vigas o pilotes de alta resistencia con vibración de encofrado   |
| 1" - 1 1/2"             | seca         | bajo                    | Pavimentos vibrados con maquinaria mecánica  |
| 1 1/2" - 2"             | Semi - seca  | bajo                    | Construcción masiva. losas medianamente reforzadas con vibración, fundaciones en concreto simple, pavimento con vibradores |
| 2" - 4"                 | media        | medio                   | Losas medianamente reforzadas y pavimentos compactados manualmente, columnas, vigas, fundaciones y muros con vibración     |
| 4" - 6"                 | húmeda       | alto                    | Secciones con refuerzo, trabajos donde la colocación sea difícil, revestimientos de túneles                                |

Fuente: Comité ACI 211

**Tabla 18** Factor de Asentamiento ACI

| Consistencia del Concreto | Asentamiento |
|---------------------------|--------------|
| Seca                      | 0" a 2"      |
| Plástica                  | 3" a 4"      |
| Fluida                    | >=5"         |

Fuente: Comité ACI 211

#### *D. Elección del Volumen Unitario de Agua de Diseño*

La cantidad de agua dependerá de la cantidad de aire si será naturalmente atrapado o incorporado, agua, tamaño máximo nominal, asentamiento y condiciones donde se colocará el concreto.

Para esta investigación nos basaremos en algunas tablas del ACI comité 211 teniendo en cuenta que inicialmente el agregado será seco y que se corregirá en función de su absorción y contenido de humedad.

se determinará en función al TMN y textura del agregado grueso, asentamiento e inclusive aire

### E. Volumen Unitario de Agua

**Tabla 19**

*Volumen de Agua ACI*

| Asentamiento                          | Asentamiento Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados |      |      |     |        |     |     |     |
|---------------------------------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                                       | 3/8"   | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
| <b>Concretos sin aire incorporado</b> |  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                               | 207  | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"                               | 228  | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"                               | 243  | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 |     |
| <b>Concretos con aire incorporado</b> |  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                               | 181  | 175  | 168  | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4"                               | 202  | 193  | 184  | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7"                               | 216  | 205  | 197  | 184 | 174    | 166 | 154 |     |

Fuente : ACI comité 211

### F. Elección del Contenido de Aire Atrapado y/o Incorporado

Se debe contener de cada 1% de aire en el concreto se pierde 5% de resistencia a la compresión y aumenta la trabajabilidad en el concreto y durabilidad en la presencia de hielo y deshielo

- Contenido de Aire atrapado

**Tabla 20**

*Contenido de aire atrapado*

| Tamaño<br>Máximo<br>Nominal | Aire<br>atrapado |
|-----------------------------|------------------|
| 3/8"                        | 3,0%             |
| 1/2"                        | 2,5%             |
| 3/4"                        | 2,0%             |
| 1"                          | 1,5%             |
| 1 1/2"                      | 1,0%             |
| 2"                          | 0,5%             |
| 3"                          | 0,3%             |
| 6"                          | 0,2%             |

Fuente: ACI Comité 211

- Contenido de Aire Incorporado y Total

**Tabla 21**

*Contenido de aire incorporado ACI*

| Tamaño máximo<br>nominal | Contenido de aire total en % |                        |                      |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|
|                          | Exposición<br>suave          | Exposición<br>moderada | Exposición<br>severa |
| 3/8"                     | 4.5                          | 6.5                    | 7.5                  |
| 1/2"                     | 4.0                          | 5.5                    | 7.0                  |
| 3/4"                     | 3.5                          | 5.0                    | 6.0                  |
| 1"                       | 3.0                          | 4.5                    | 6.0                  |
| 1 1/2"                   | 2.5                          | 4.5                    | 5.5                  |
| 2"                       | 2.0                          | 4.0                    | 5.0                  |
| 3"                       | 1.5                          | 3.5                    | 4.5                  |
| 6"                       | 1.0                          | 3.0                    | 4.0                  |

Fuente: Comité ACI 211

*G. Elección de Relación a/c por Resistencias y Durabilidad*

La relación agua cemento incide las características del concreto tanto en concreto fresco como asentamiento, plasticidad y en el concreto fraguado su resistencia, durabilidad, permeabilidad se debe verificar se el diseño se hará por resistencia o durabilidad si estuviera expuesto que afecte a esta propiedad. Tener



en cuenta que cuando mayor sea aire en el concreto baja la resistencia para compensar se disminuye la relación a/c.

**Tabla 22**

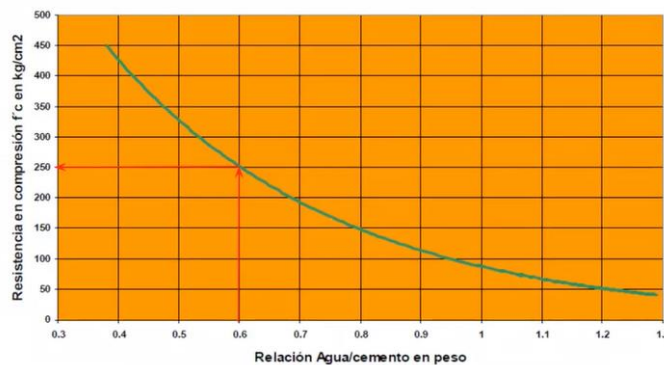
*Relación agua cemento por resistencia*

| <b>F'cr</b><br><b>28</b><br><b>días</b> | <b>Relación agua – cemento de<br/>diseño en peso</b> |   |
|---|--|---|
|   | <b>Concretos<br/>sin aire<br/>incorporado</b>        | <b>Concretos<br/>con aire<br/>incorporado</b> |
| 150                                     | 0,80   | 0,71  |
| 200                                     | 0,70   | 0,61  |
| 250                                     | 0,62   | 0,53  |
| 300                                     | 0,55   | 0,46  |
| 350                                     | 0,48   | 0,40  |
| 400                                     | 0,43   |   |
| 450                                     | 0,38   |   |

Fuente: Comité ACI 211

Para esta investigación hemos supuesto que el concreto a utilizar no estará expuesto a ningún agente que afecte a la durabilidad

#### Selección de relación agua - cemento



**Figura 17** Curva de relación agua cemento

#### H. Determinación del Factor de Cemento

Se determina el contenido de cemento según la siguiente ecuación

$$\text{Cemento (Kg)} = \frac{\text{agua (kg)}}{\text{relacion a/c}}$$

Teniendo en cuenta que ya se tiene agua y la relación agua cemento

### *I. Determinación del Contenido de Agregado Grueso*

Para este proyecto, se garantiza que cumplen con las especificaciones de clasificación ASTM C33 o NTP 400.037 para la aplicación de "áridos gruesos y finos". Prevé la "determinación del agregado grueso" en estado seco compactado con base en el "tamaño de partícula máximo nominal y el módulo de tamaño de partícula del agregado fino". No se tiene en cuenta la resistencia deseada y no se tiene en cuenta la configuración de los áridos, dado que dominan en su resistencia los áridos angulares y gruesos.

- Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

En la siguiente tabla del ACI comité 211 se determina el peso de los agregados gruesos

**Tabla 23**

*Obtención del peso de los Agregados Gruesos*

| Tamaño<br>Máximo<br>Nominal del<br>agregado<br>grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino |      |      |      |
|---|---|------|------|------|
|   | 2,40  | 2,60 | 2,80 | 3,00 |
| 3/8"  | 0,50  | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 1/2"  | 0,59  | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 3/4"  | 0,66  | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| 1"  | 0,71  | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 1 1/2"  | 0,76  | 0,74 | 0,72 | 0,70 |
| 2"  | 0,78  | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 3"  | 0,81  | 0,79 | 0,77 | 0,75 |
| 6"  | 0,87  | 0,85 | 0,83 | 0,81 |

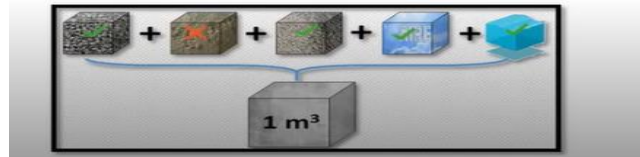
Fuente: ACI Comité 211

*J. Determinación de la suma de volúmenes absolutos de Cementos, Agua de diseño, Aire y Agregado Grueso*

Es la sumatoria de todo el ingrediente de la consecuencia de la combinación de cemento, aire, agua, y agregado grueso

- Determinación del Volumen Absoluto de Agregado Fino

Conocido ya los volúmenes del resto de los ingredientes (agua, cemento, aire, y agregado grueso) se puede hallar el volumen del agregado fino por diferencia



**Figura 18** Volumen total de diseño de Concreto

- Determinación del peso del Agregado Fino

Es el producto del volumen del agregado fino hallado de la diferencia de los demás ingredientes por el peso específico del agregado fino

#### *K. Corrección por humedad*

- Capacidad de absorción : cantidad de agua que necesita un agregado para pasar del seco a SSS

- Contenido de humedad : cantidad de agua total de agregado

- Humedad superficial: diferencia entre el contenido de humedad y el % de absorción

si el resultado del contenido de humedad sale negativo se disminuye agua de mezcla, y si sale positivo se aumenta agua de mezcla

### **3.6.4. Ejecución de los especímenes y ensayos a compresión y flexión del concreto**

#### *3.6.4.1. ejecución y Curado de Probetas*

Se desarrollaron un grupo de sondas cilíndricas de hormigón sin adición de microfibras de origen polipropileno y cuatro grupos de sondas cilíndricas de hormigón con adición de microfibras de polipropileno en varias proporciones

- Procedimiento

En total se crearon 45 sondas y 15 prismas de hormigón.

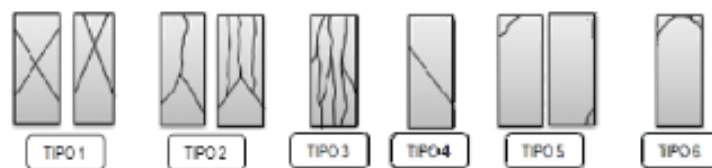
Las cantidades de material necesarias se calculan de acuerdo con los datos del diseño de la mezcla.

A la batidora se le dieron materiales como cemento, piedra chancada, arena gruesa, microfibras de polipropileno y agua.

Luego, se realizaron las pruebas de "evaluación de retorno" (Slump). Para lograrlo, se rellenaron tres capas de hormigón y se utilizó 25 veces un vaillant metálico.

Los retornos se verificaron ajustando el asiento con un flexómetro mientras se usaba una varilla y un cono de Abrams angulado.

Además, se utilizó agua de diseño, cemento, microfibrillas de polipropileno, hormigonera, moldes, varilla, martillo con cabeza de goma, cono de Abrams, batea metálica y receptor de peso circular por unidad de peso y balance. Los moldes de probeta se llenaron con hormigón, que luego se vertió en cada una de las tres tapas con 25 golpes por tapa, se enfrió y comenzó a girar.



**Figura 19** *Tipos de falla en el concreto*

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016, pág. 796)

tipo 1.- conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulgada

tipo 2.- conos bien formados en un extremo, fisuras verticalmente a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo

tipo 3.- fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

tipo 4.- fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con martillo para distinguirla del tipo 1

tipo 5.- fracturas en los lados en las partes superiores o inferior, ocurre comúnmente con tapas no adheridas |

tipo 6.- similar al tipo 5, pero el extremo del anillo es puntiagudo

#### 3.6.4.2. Ensayos a flexión – Vigas simplemente apoyadas

Se crearon vigas de hormigón de 500 mm por 150 mm por 150 mm. 1 grupo de vigas sin añadir microfibra de polipropileno y 4 grupos de vigas añadiendo microfibra de polipropileno en varias porciones con el diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Procedimiento

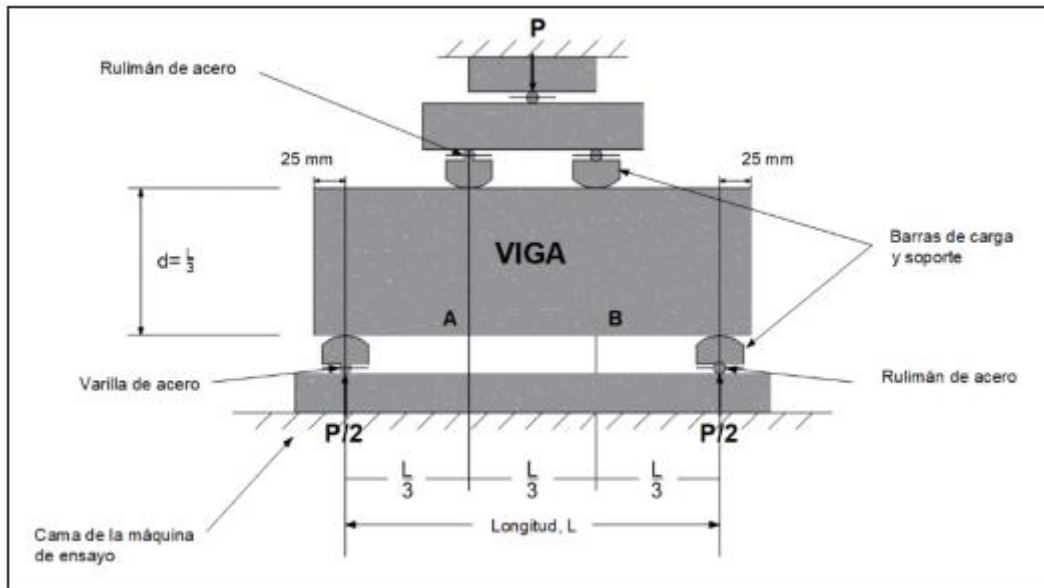
En total se construyeron 15 prismas de hormigón.

Se enfocó el sistema de carga y se colocaron los bloques de acuerdo a la demanda.

La carga se aplicó continuamente hasta que el rotor fue visible.

Después de la conferencia, el bloque se redujo.

Para obtener una mediana e identificar la zona de fractura y falla, se tomaron medidas en todos los lados del prisma.



**Figura 20** Esquema - Ensayo de rotura a flexión

Se verificó que la distancia libre de la muestra sea tres veces su altura

#### 3.6.4.3. Ensayo a revenimiento

Según el Manual de ensayos de materiales (MEM, 2016), esta prueba no se aplica si se ha agregado una cantidad sustancial de agregado grueso al concreto que excede los 37,5 mm (1 1/2"), o si el concreto no es duradero, cohesivo o construido. Para ejemplos de concreto fresco, el concreto debe apisonarse con un tamiz de este tamaño de acuerdo con la norma MTC 701 si el espesor del agregado es mayor a 37,5 mm (1 1/2"). Los revestimientos de concreto de menos de 1/2 pulgada (15 mm) pueden no ser adecuadamente plásticos, y un revestimiento de concreto de más de 9" (230mm) puede no combinarse adecuadamente para que esta prueba sea significativa. Se debe tener cuidado al interpretar estos resultados. Este estudio no es aplicable si el concreto contiene una cantidad significativa de agregado grueso mayor a 37,5 mm (1 1/2") o si el concreto no es de plástico o está construido. Si el agregado es mayor a 37,5 mm (1 1/2"), el hormigón debe domarse con un tamiz de este tamaño de acuerdo con la norma MTC 701 para muestras de hormigón fresco. Los revestimientos de concreto de menos de 1/2 pulgada (15 mm) pueden no ser adecuadamente plásticos, y un deslizamiento de concreto de más de 9" (230 mm) puede no combinarse adecuadamente para que esta prueba sea significativa.

- Procedimiento

Coloque la forma y el color sobre una superficie dura, lisa, caliente e impermeable. Se sujeta firmemente con el pie y se llena con tres tapas de muestras de hormigón, cada una de las cuales representa un tercio de la capacidad del molde. Dos tercios del volumen de la matriz corresponden a una altura de unos 155 mm, mientras que un tercio del volumen de la matriz mide unos 67 mm de altura. Cada casquete se comprime con 25 varillas golps distribuidas uniformemente en su sección transversal. Para la capa inferior, inclina ligeramente la barra, haz medio golpe cerca de la circunferencia y golpea verticalmente hacia el centro, en forma de espiral. La capa inferior se comportará Las tapas media y superior tendrán en su totalidad suficiente espesor para que la varilla penetre levemente en la tapa inferior. Previo a la compactación, es necesario aplicar hormigón sobre el encofrado mientras se rellena la tapa superior. Si esto provoca un hundimiento por debajo del borde superior, se debe verter más hormigón para que siempre haya hormigón por encima del encofrado. Después de compactar la capa final, la superficie de concreto debe ser plana y lisa. Retire el molde inmediatamente y levante con cuidado el molde verticalmente. Se debe remover el concreto del área alrededor de la base del cono para no impedir el asentamiento. El molde se levantará en aproximadamente  $5 \pm 2$  segundos, con un movimiento constante hacia arriba, sin causar la inclinación o torsión del concreto. Toda la operación desde el inicio del moldeo hasta el desmoldeo debe realizarse sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos . Las pruebas de precipitación deben comenzar dentro de los 5 minutos posteriores al muestreo. Luego se mide la precipitación determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida en el centro inicial del fondo superior de la muestra. Si hay deflexión significativa o salpicaduras del concreto en un lado del espécimen , la prueba debe repetirse en el resto del espécimen. Si dos pruebas consecutivas de la muestra de concreto dan este resultado, el concreto puede carecer de la ductilidad y la cohesión requeridas para una prueba de precipitación adecuada.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

#### 4.1.1. Ensayo de Granulometría Piedra Chancada

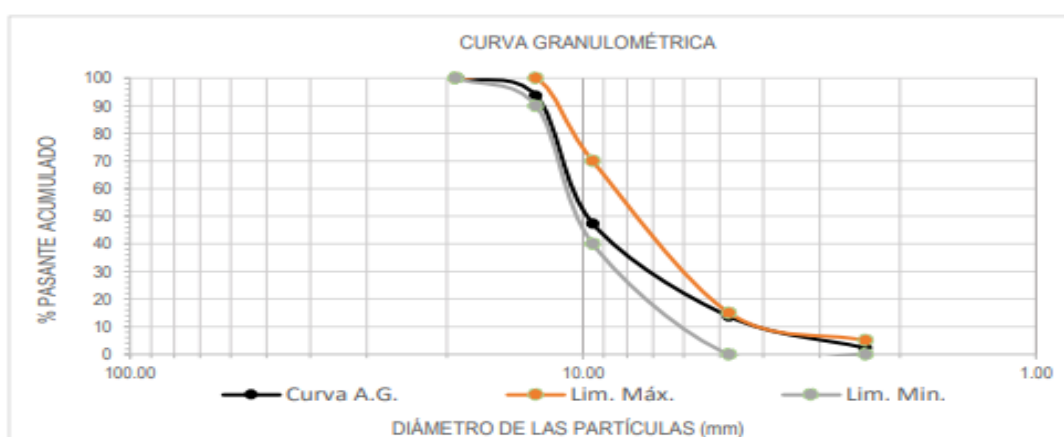
La evaluación y los resultados de la granulométrica realizada a la piedra chancada se muestra en la tabla 15.

**Tabla 24**

*Resultados de la granulometría de Piedra Chancada*

| TAMIZ  | DIÁMETRO (mm) | W <sub>RET-TARA</sub> (g) | W <sub>RETENIDO</sub> (g) | W <sub>RETENIDO</sub> (%) | %RETENIDO ACUMULADO | %PASANTE ACUMULADO |
|--------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| -      | (mm)          |                           |                           |                           |                     |                    |
| 3"     | 75.00         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 2"     | 50.00         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 1 1/2" | 37.50         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 1"     | 25.00         | 307                       | 0                         | 0                         | 0                   | 100                |
| 3/4"   | 19.00         | 554                       | 247                       | 5                         | 5                   | 100                |
| 1/2"   | 12.70         | 2114                      | 1807                      | 36                        | 41                  | 95                 |
| 3/8"   | 9.50          | 1610                      | 1303                      | 26                        | 67                  | 59                 |
| Nº 4   | 4.760         | 1862                      | 1555                      | 31                        | 98                  | 33                 |
| Nº 8   | 2.380         | 395                       | 88                        | 2                         | 100                 | 2                  |
| Nº 10  | 2.000         | 307                       | 0                         | 0                         | 100                 | 0                  |
| Nº 16  | 1.190         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 30  | 0.590         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 40  | 0.425         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 50  | 0.297         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 100 | 0.149         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 200 | 0.075         |                           |                           |                           |                     |                    |
| FONDO  |               |                           |                           |                           |                     |                    |

Fuente: Propia



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab  
(1) Norma de referencia ASTM C-33.

**Figura 21** Curva granulométrica de Piedra Chancada



La granulometría de la piedra triturada está dentro de los límites de la horda granulométrica #8

#### 4.1.2. Peso Unitario Compactado de Piedra Chancada

**Tabla 25**

*Peso Unitario Compactado de Piedra Chancada*

| PESO UNITARIO COMPACTADO   |                    |          |                    |          |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|
| DESCRIPCIÓN                |                    | ENSAYO 1 | ENSAYO 2           | ENSAYO 3 |
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 22220    | 22320              | 22270    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 8137     | 8137               | 8137     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 14083    | 14183              | 14133    |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 9406.8   | 9406.8             | 9406.8   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.497    | 1.508              | 1.502    |
| PESO UNITARIO COMPACTADO:  |                    | 1.508    | g./cm <sup>3</sup> |          |

Fuente: Propia

#### 4.1.3. Peso Unitario Suelto Piedra Chancada

**Tabla 26**

*Peso Unitario Suelto de Piedra Chancada*

| PESO UNITARIO SUELTO       |                    |          |                    |          |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|
| DESCRIPCIÓN                | UNIDAD             | ENSAYO 1 | ENSAYO 2           | ENSAYO 3 |
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 21210    | 21150              | 21180    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 8137     | 8137               | 8137     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 13073    | 13013              | 13043    |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 9406.8   | 9406.8             | 9406.8   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.390    | 1.383              | 1.387    |
| PESO UNITARIO SUELTO:      |                    | 1.383    | g./cm <sup>3</sup> |          |

Fuente: Propia

#### 4.1.4. Contenido de Humedad de Piedra Chancada – NTP 339.185/ MTC E 215

El resultado de las características físicas correspondientes al contenido de humedad de la piedra quebrada se muestra en detalle a continuación:

**Tabla 27** *Contenido de Humedad de Piedra Chancada*

##### HUMEDAD DE GRAVA

| ITEM | DESCRIPCIÓN                   |    | M-A   | M-B |
|------|-------------------------------|----|-------|-----|
| 1    | Peso de Muestra Húmeda + Tara | g. | 388.3 | -   |
| 2    | Peso de Muestra Seca + Tara   | g. | 387.3 | -   |
| 3    | Peso de Tara                  | g. | 32.9  | -   |
| 4    | Contenido de Humedad          | %  | 0.28  | -   |

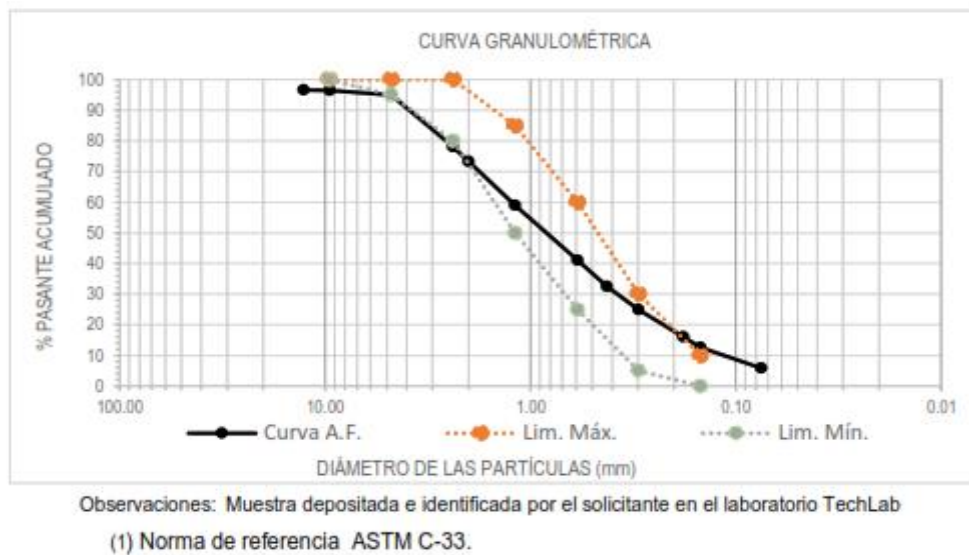
Fuente: Propia

#### 4.1.5. Ensayo de Granulometría Arena Gruesa

**Tabla 28** *Granulometría de Arena Gruesa*

| TAMIZ  | DIÁMETRO<br>(mm) | W <sub>RET+TARA</sub><br>(g) | W <sub>RETENIDO</sub><br>(g) | W <sub>RETENIDO</sub><br>(%) | %RETENIDO<br>ACUMULADO | %PASANTE<br>ACUMULADO |
|--------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 3"     | 75.00            |                              |                              |                              |                        |                       |
| 2"     | 50.00            |                              |                              |                              |                        |                       |
| 1 1/2" | 37.50            |                              |                              |                              |                        |                       |
| 1"     | 25.00            |                              |                              |                              |                        | 100                   |
| 3/4"   | 19.00            | 150                          | 49                           | 2.5                          | 2.5                    | 98                    |
| 1/2"   | 12.70            | 120                          | 19                           | 1.0                          | 3.4                    | 97                    |
| 3/8"   | 9.50             | 104                          | 3                            | 0.2                          | 3.6                    | 96                    |
| Nº 4   | 4.760            | 129                          | 28                           | 1.4                          | 5                      | 95                    |
| Nº 8   | 2.380            | 247.5                        | 89.86                        | 17.1                         | 22                     | 78                    |
| Nº 10  | 2.000            | 182.8                        | 25.16                        | 4.8                          | 27                     | 73                    |
| Nº 16  | 1.190            | 232.4                        | 74.75                        | 14.2                         | 41                     | 59                    |
| Nº 30  | 0.590            | 252.3                        | 94.58                        | 18.0                         | 59                     | 41                    |
| Nº 40  | 0.425            | 202.9                        | 45.21                        | 8.6                          | 68                     | 32                    |
| Nº 50  | 0.297            | 196.9                        | 39.18                        | 7.4                          | 75                     | 25                    |
| Nº80   | 0.180            | 205.0                        | 47.32                        | 9.0                          | 84                     | 16                    |
| Nº 100 | 0.149            | 176.0                        | 18.37                        | 3.5                          | 87                     | 13                    |
| Nº 200 | 0.075            | 193.0                        | 35.3                         | 6.7                          | 94                     | 6                     |
| FONDO  |                  | 188.2                        | 30.56                        | 5.8                          | 100                    | 0                     |

Fuente: Propia



**Figura 22** Curva Granulométrica de Arena Gruesa

#### 4.1.6. Peso Unitario Compactado Arena Gruesa

**Tabla 29**

*Resultados Peso Unitario Compactado de Arena Gruesa*

| PESO UNITARIO COMPACTADO   |                    |          |                    |          |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|
| DESCRIPCIÓN                |                    | ENSAYO 1 | ENSAYO 2           | ENSAYO 3 |
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 10589    | 10604              | 10597    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 6768     | 6768               | 6768     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 3821     | 3836               | 3829     |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 2116.7   | 2116.7             | 2116.7   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.805    | 1.812              | 1.809    |
| PESO UNITARIO COMPACTADO:  |                    | 1.812    | g./cm <sup>3</sup> |          |

Fuente: Propia

#### 4.1.7. Peso Unitario Suelto de Arena Gruesa

### Tabla 30

#### Resultado Peso Unitario Suelto de Arena Gruesa

| PESO UNITARIO SUELTO       |                    |          |          |          |
|----------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| DESCRIPCIÓN                | UNIDAD             | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 10007    | 10017    | 10012    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 6768     | 6768     | 6768     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 3239     | 3249     | 3244     |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 2116.7   | 2116.7   | 2116.7   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.530    | 1.535    | 1.533    |

|                       |  |       |                    |
|-----------------------|--|-------|--------------------|
| PESO UNITARIO SUELTO: |  | 1.530 | g./cm <sup>3</sup> |
|-----------------------|--|-------|--------------------|

Fuente: Propia

#### 4.1.8. Contenido de Humedad de Arena Gruesa

### Tabla 31

#### Resultados Contenido de Humedad de Arena Gruesa

#### HUMEDAD DE ARENA

| ITEM | DESCRIPCIÓN                   |    | M-1   |
|------|-------------------------------|----|-------|
| 1    | Peso de Muestra Húmeda + Tara | g. | 126.0 |
| 2    | Peso de Muestra Seca + Tara   | g. | 125.6 |
| 3    | Peso de Tara                  | g. | 22.7  |
| 4    | Contenido de Humedad          | %  | 0.32  |

Fuente: Propia

#### 4.1.9. Peso Específico Arena Gruesa

### Tabla 32

#### Resultados de Peso Específico

## PESO ESPECÍFICO

| ITEM | DESCRIPCIÓN                                    |    | DATOS  |
|------|--|----|--------|
| 1    | Peso de Muestra Saturada Superficialmente Seca | g. | 500.0  |
| 2    | Peso de Muestra + Picnómetro + Agua            | g. | 1631.8 |
| 3    | Peso de Picnómetro + Agua                      | g. | 1323.2 |
| 4    | Peso de Muestra Seca                           | g. | 492.5  |
| 5    | Temperatura Promedio                           | °C | 16.8   |
| 6    | K, corrección por temperatura                  |    | 1.0006 |

## RESULTADOS

| ITEM | DESCRIPCIÓN                     |              | VALORES |
|------|---------------------------------|--------------|---------|
| 7    | Peso Especifico Aparente y *SSS | adimensional | 2.57    |
| 8    | Peso Especifico Nominal         | adimensional | 2.68    |
| 9    | Absorción                       | %            | 1.53    |

\*SSS = Saturado Superficialmente Seco

Fuente: Propia

### 4.1.10. Ensayo de Gravedad Específica

**Tabla 33**

*Ensayo de Gravedad Específica*

#### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

| DESCRIPCIÓN                               | UNIDADES | ENSAYO 1 |
|---|----------|----------|
| Peso de la muestra *SSS                   |          | 2038.0   |
| Peso de la muestra + canastilla sumergida | g.       | 1262.0   |
| Peso de la canastilla sumergida           | g.       | 0.0      |
| Peso de la muestra seca                   | g        | 2018.0   |
| Peso de la muestra aparente               | g.       | 1262.0   |
| Gravedad específica                       | -        | 2.60     |
| Gravedad específica *SSS                  | -        | 2.63     |
| Gravedad específica aparente              | -        | 2.67     |
| Absorción                                 | %        | 1.0      |

\*SSS= Saturado superficialmente seco

Fuente: Propia

### 4.1.11. Diseño de Mezcla

Una mezcla de concreto es la definición de la combinación más económica y práctica de los ingredientes del concreto para que en estado plástico (concreto fresco) es "funcional" y, en estado sólido (hormigón fraguado) alcanza las

propiedades deseadas. La elección de la mezcla de concreto requiere un equilibrio entre la buena economía y los requisitos básicos, como la facilidad de instalación, la resistencia, la durabilidad y la apariencia.

#### *4.1.11.1. Secuencia de Diseño según ACI 211*

Elija la resistencia media ( $f'_{cr}$ ) de la fuerza de compresión ( $f'_c$ ) u desviación estándar ( $s$ ).

Seleccione la unidad TMN

Elige un lugar para vivir

Seleccione el volumen de la unidad de agua de diseño

Seleccionar contenido de aire inhalado y/o infiltrado

Elija aire acondicionado para la fuerza: durabilidad

Determinar el coeficiente de cemento.

Determinar la rugosidad del agregado.

Determine el volumen absoluto de cemento, agua de diseño, agregado de aire

Determinar el volumen absoluto de una unidad pequeña.

Determinar el peso del relleno fino.

#### *4.1.11.2. Resistencia Promedio ( $f'_{cr}$ ) a partir de la resistencia a Compresión ( $f'_c$ ) y Desviación Estándar ( $s$ )*

Para la resistencia promedio requerida se ha utilizada la siguiente tabla ya que no se cuenta con ensayos anteriores.

**Tabla 34**

*Elección de resistencia a compresión requerida*

| Resistencia especificada a la compresion $f'c$ kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia promedio requerida ala compresion ( $f'cr$ ) kg/cm <sup>2</sup> |
|---|---|
| Menos de 210 kg/cm <sup>2</sup>                                   | $f'c+70$ kg/cm <sup>2</sup>   |
| De 210 a 350 kg/cm <sup>2</sup>                                   | $f'c+85$ kg/cm <sup>2</sup>   |
| Mas de 350 kg/cm <sup>2</sup>                                     | $f'c +100$ kg/cm <sup>2</sup>   |

Fuente: ACI comité 211

$$f'cr = 210+85$$

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.11.3. Tamaño Máximo Nominal del Agregado (TMN)

Según (Norma Técnica de la Edificación, 2009, p. 18) El tamaño nominal máximo de la unidad bruta no debe superar:

- a) 1/5 de la división más pequeña entre los lados de la plantilla.
- b) 1/3 de la altura de la teja, en su caso.
- (c) 3/4 del espacio disponible debe estar libre de barras individuales o alambres de refuerzo, mitades de varillas, mitades de tendón individuales, mitades de tendón o tubería. instalado sin hexágonos ni bastones.

Siguiendo las instrucciones de esta norma, se modela que la plantilla más pequeña utilizada será de 0,15 cm.

$$1/5 \wedge (0.15)=0.03$$

Y para la altura de la losa de 0.10 cm

$$1/3 (0,10)=0.03$$

El espaciamiento mínimo de acero es de 0.05

$$3/4 (0,05)=0.04$$

La norma nos indica que no debe ser mayo a estas dimensiones para este proyecto tomaremos como tamaño máximo nominal de ½ pulgada.

#### 4.1.11.4. Asentamiento

**Tabla 35**

*Elección del Asentamiento por tipo de Construcción*

| TIPO DE CONSTRUCCION                                     | MAXIMA | MININA |
|--|--------|--------|
| zapatas y muros de cimentación armado                    | 3"     | 1"     |
| cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros | 3"     | 1"     |
| vigas y muros armados                                    | 4"     | 1"     |
| columnas de edificios                                    | 4"     | 1"     |
| losas y pavimentos                                       | 3"     | 1"     |
| concreto ciclópeo  | 2"     | 1"     |

Fuente: ACI Comité 211

#### 4.1.11.5. Asentamiento por su consistencia

**Tabla 36**

*Elección de Asentamiento por su Consistencia*

| Consistencia del Concreto | Asentamiento |
|---------------------------|--------------|
| Seca                      | 0" a 2"      |
| Plástica                  | 3" a 4"      |
| Fluida                    | >=5"         |

Fuente: ACI Comité 211

Para este proyecto nos guiaremos a los dos cuadros que nos proporciona el ACI comité 211 por el tipo de construcción que será entre losas, pavimentos y vigas muros entre otros similares y por su consistencia plástica que será de 3" - 4".

#### 4.1.11.6. Volumen Unitario de Agua de Diseño

La cantidad de agua dependerá de la cantidad de aire si será naturalmente atrapado o incorporado, agua, tamaño máximo nominal, asentamiento y condiciones donde se colocará el concreto.

Para esta investigación nos basaremos en algunas tablas del ACI comité 211 teniendo en cuenta que inicialmente el agregado será seco y que se corregirá



en función de su absorción y contenido de humedad. Se determinará en función al TMN y textura del agregado grueso, asentamiento e inclusive aire.

La tabla que se presenta fue realizada y estudiada por el comité 211 de la ACI. El mismo que servirá para determinar el factor cemento.

**Tabla 37**

*Determinación de Agua según su Asentamiento*

| Asentamiento                   | Asentamiento Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados |      |      |     |        |     |     |     |
|--------------------------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                                | 3/8"   | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
| Concretos sin aire incorporado |  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                        | 207  | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"                        | 228  | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"                        | 243  | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 |     |
| Concretos con aire incorporado |  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                        | 181  | 175  | 168  | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4"                        | 202  | 193  | 184  | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7"                        | 216  | 205  | 197  | 184 | 174    | 166 | 154 |     |

Fuente: ACI Comité 211

Según la Tabla 30, la capacidad de agua será de 216 litros dado que el tamaño nominal máximo es de media pulgada y el asiento oscila entre tres y cuatro pulsos

#### *4.1.11.7. Contenido de Aire Atrapado y/o Incorporado*

Según Se debe contener de cada 1% de aire en el concreto se pierde 5% de resistencia a la compresión y aumenta la trabajabilidad en el concreto y durabilidad en la presencia de hielo y deshielo.

#### *4.1.11.8. Contenido de Aire Atrapado*

**Tabla 38**

*Determinación de Contenido de Aire Atrapado*

| Tamaño<br>Máximo<br>Nominal | Aire<br>atrapado |
|-----------------------------|------------------|
| 3/8"                        | 3.0%             |
| 1/2"                        | 2.5%             |
| 3/4"                        | 2.0%             |
| 1"                          | 1.5%             |
| 1 1/2"                      | 1.0%             |
| 2"                          | 0.5%             |
| 3"                          | 0.3%             |
| 6"                          | 0.2%             |
|                             |                  |

Fuente: ACI Comité 211

*4.1.11.9. Contenido de Aire Incorporado y Total*

Para este proyecto se considerará el contenido de aire atrapado naturalmente según la tabla 30 del ACI comité 211 teniendo en cuenta que el tamaño máximo nominal es de 1/2 pulgada el **aire atrapado será de 2.5%**.

*4.1.11.10. Relación a/c por Resistencia y Durabilidad*

La relación entre el agua y el cemento afecta las características del concreto, incluyendo su trabajabilidad y frescura, plasticidad y en concreto fraguado como resistencia, durabilidad, permeabilidad se debe verificar se el diseño se hará por resistencia o durabilidad si estuviera expuesto que afecte a esta propiedad.

tener en cuenta que cuando mayor aire en el concreto baja la resistencia para compensar se disminuye la relación a/c

**Tabla 39***Determinación de relación Agua - Cemento por Resistencia*

| F'cr<br>28<br>días | Relación agua – cemento de<br>diseño en peso |                                      |
|--------------------|--|--------------------------------------|
|                    | Concretos<br>sin aire<br>incorporado         | Concretos<br>con aire<br>incorporado |
| 150                | 0,80   | 0,71                                 |
| 200                | 0,70   | 0,61                                 |
| 250                | 0,62   | 0,53                                 |
| 300                | <b>0,55</b>                                  | 0,46                                 |
| 350                | 0,48   | 0,40                                 |
| 400                | 0,43   |                                      |
| 450                | 0,38   |                                      |

Fuente: Comité ACI 211

Para esta investigación hemos supuesto que el concreto a utilizar no estará expuesto a ningún agente que afecte a la durabilidad. Teniendo en cuenta que este concreto no estará expuesto a ningún agente que afecte la durabilidad la relación agua cemento **será 0.55 de acuerdo a la tabla 31** para aplicar la tabla para este proyecto se ha redondeado el f'c r a 300 kg/cm<sup>2</sup> y para hallar la relación a/c requerida se aplica la interpolación.

#### 4.1.11.11. Factor de Cemento

Se determina el contenido de cemento mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cemento (Kg)} = \frac{\text{agua (kg)}}{\text{relacion a/c}}$$

Teniendo en cuenta que ya se tiene agua y la relación agua cemento , el factor cemento será (kg)= 216/0,55 = 392.72 kilogramos.

#### 4.1.11.12. Determinación del Contenido de Agregado Grueso

Este proyecto está garantizado para cumplir con las especificaciones de tamaño de grano ASTM C33 o NTP 400.037 para aplicaciones de agregado grueso y fino . Tiene en cuenta el contenido de árido grueso en estado seco compactado según el tamaño nominal máximo del árido grueso y el módulo de finura del árido fino. No se tiene en cuenta la resistencia requerida ni el contorno del árido, dado que los áridos angulares y gruesos son los áridos de resistencia dominante.

#### 4.1.11.13. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

En la siguiente tabla del ACI comité 211 se determina el peso de los agregados gruesos

**Tabla 40**

*Determinación de peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto*

| Tamaño<br>Máximo<br>Nominal del<br>agregado<br>grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por<br>unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de<br>fineza del fino |             |             |             |
|---|---|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>2,40</b>   | <b>2,60</b> | <b>2,80</b> | <b>3,00</b> |
| 3/8"  | 0,50  | 0,48        | 0,46        | 0,44        |
| 1/2"  | 0,59  | 0,57        | 0,55        | 0,53        |
| 3/4"  | 0,66  | 0,64        | 0,62        | 0,60        |
| 1"  | 0,71  | 0,69        | 0,67        | 0,65        |
| 1 1/2"  | 0,76  | 0,74        | 0,72        | 0,70        |
| 2"  | 0,78  | 0,76        | 0,74        | 0,72        |
| 3"  | 0,81  | 0,79        | 0,77        | 0,75        |
| 6"  | 0,87  | 0,85        | 0,83        | 0,81        |

Fuente: Comité ACI 211

Sabiendo que el tamaño máximo nominal de ½ pulgada y módulo de fineza del agregado fino es de 2.9 el volumen será de 0.54 m<sup>3</sup>

$$\text{Volumen de agregado grueso} = \frac{0.55+0.53}{2} = 0.54$$

Este volumen del agregado se multiplica por el peso unitario comprimido para obtener el peso total que 1812 kg/cm<sup>2</sup> según Laboratorio de Techlab.

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.54 \times 1812 = 978.48 \text{ kg AgG /M}^3$$

#### *4.1.11.14. Determinación de la suma de Volúmenes Absolutos de Cemento, Agua de diseño, Aire y Agregado Grueso*

Es la suma de todo el ingrediente de la concreta agua, cemento, aire, y agregado grueso

$$\text{Agua} = 216 \text{ l}$$

$$\text{Aire} = 2.5 \%$$

$$\text{Cemento} = 392.72 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 978.48 \text{ kg}$$

#### *4.1.11.15. Determinación del Volumen Absoluto de Agregado Fino*

se conoce el "volumen" de los restantes "ingredientes (agua, cemento, aire y agregado grueso)", se puede determinar el "volumen de agregado fino" por la diferencia, que dividimos entre cada uno para encontrar la gravedad específica de cada uno. en m<sup>3</sup>

Agua

$$\text{peso específico} = 1000 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agua} = (216 \text{ l}) / (1000 \text{ l/m}^3) = 0.215 \text{ m}^3$$

Aire se halla el porcentaje

$$\text{Aire} = (2.5 \%) / (100 \% / \text{m}^3) = 0.025 \text{ m}^3$$

Cemento

Peso específico de cemento=2860 kg/m<sup>3</sup>

Cemento=(392.72 kg)/(2860 kg/m<sup>3</sup>) =0.137 m<sup>3</sup>

Agregado Grueso

Peso específico 2570

Agregado grueso=(978.48 kg)/(2570 kg/m<sup>3</sup>) = 0.381m<sup>3</sup>

#### 4.1.11.16. Determinación del Peso del Agregado Fino

Es el producto del volumen del agregado fino hallado de la diferencia de los demás ingredientes por el peso específico del agregado fin.

**Tabla 41**

*Determinación del Peso del Agregado Fino*

| descripción                    | Cantidad según diseño ACI | peso específico        | cantidad en metro cubico   |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| Agua                           | <u>216 l</u>              | 1000 l/m <sup>3</sup>  | 0.215 m <sup>3</sup>       |
| Aire                           | 2.5 %                     | 100 %/m <sup>3</sup>   | 0.025 m <sup>3</sup>       |
| Cemento                        | 392.72 kg                 | 2860 kg/m <sup>3</sup> | 0.137 m <sup>3</sup>       |
| Agregado grueso                | 978.48 kg                 | 2570 kg/m <sup>3</sup> | 0.381m <sup>3</sup>        |
| <b>Total, en m<sup>3</sup></b> |                           |                        | <b>0.758 m<sup>3</sup></b> |

Fuente: Propia

La suma de todo este componente se le resta a un metro cúbico

Volumen de agregado fino = 1m<sup>3</sup>-0.758 m<sup>3</sup> = **0.242 m<sup>3</sup>**

Para hallar en peso se le multiplica por su peso específico que 2570 proporcionado por el laboratorio techlab.

Agregado fino en kg = 0.242 x 2570 = 621.94 KG

#### 4.1.11.17. Resumen de diseño de Mezcla del Concreto Patrón

**Tabla 42**

*Resumen de Diseño de Mezcla del Concreto Patrón*

| descripción | en peso por<br>m3 | dosificación<br>por bolsa de<br>cemento |
|-------------|-------------------|---|
| cemento     | 392.72 kg         | <u>42.5 kg</u>                          |
| arena       | 621.94 kg         | <u>67.306 kg</u>                        |
| grava       | 978.48 kg         | <u>105.891 kg</u>                       |
| agua        | 216 l             | <u>23.375 l</u>                         |
| <u>aere</u> | 2.5 %             | <u>0.271 %</u>                          |

Fuente: Propia

#### 4.1.11.18. Corrección por Humedad

- Capacidad de Absorción: toda el agua que necesita un agregado para pasar del seco a SSS
- Contenido de humedad: toda el agua total de agregado
- Humedad superficial: diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción

Si el resultado del contenido de humedad sale negativo se disminuye agua de mezcla, y si sale positivo se aumenta agua de mezcla.

**Tabla 43***Determinación del Contenido de Humedad*

|                         |                  |                    |
|-------------------------|------------------|--------------------|
|                         | Agregado<br>fino | Agregado<br>grueso |
| absorción               | 1.53             | 1.53               |
| humedad                 | 0.32             | 0.28               |
| Contenido de<br>humedad | 1.21 %           | 1.25 %             |

Fuente: Propia

Luego se le multiplica el contenido de humedad por peso peso del material

**Tabla 44***Determinación de Contenido de Humedad por Peso*

|                   | Peso<br>seco | Contenido<br>de humedad | Corrección de<br>agua por humedad |
|-------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Agregado fino     | 102.90       | 1.21                    | 1.24                              |
| Agregado Grueso   | 354.40       | 1.25                    | 4.43                              |
| <b>Suma total</b> |              |                         | <b>5.67</b>                       |

Fuente: Propia

**4.1.12. Cantidad de Concreto para el Proyecto de Investigación**

Primero se ha cubicado el concreto a utilizar se hará un vaciado de 12 probetas de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de alto y 3 vigas de 0.70 x 0.15 x 0.15 por dosificación

Volumen de probetas = 0.040 M3

Volumen de vigas = 0.045 M3

Volumen total a preparar es de 0.085 M3



**Tabla 45***Determinación de Cantidad de Concreto para el Proyecto de Investigación*

| <b>descripción</b> | <b>En peso por m3</b> | <b>dosificación en peso para 0.085 m3 sin adición de microfibra</b> |
|--------------------|-----------------------|---|
| cemento            | 392.72 kg             | 33.38 kg  |
| arena              | 621.94 kg             | 52.86 kg  |
| grava              | 978.48 kg             | 83.171 kg   |
| agua               | 216 l                 | 18.36 l   |
| aire               | 2.5 %                 | 0.213 %   |

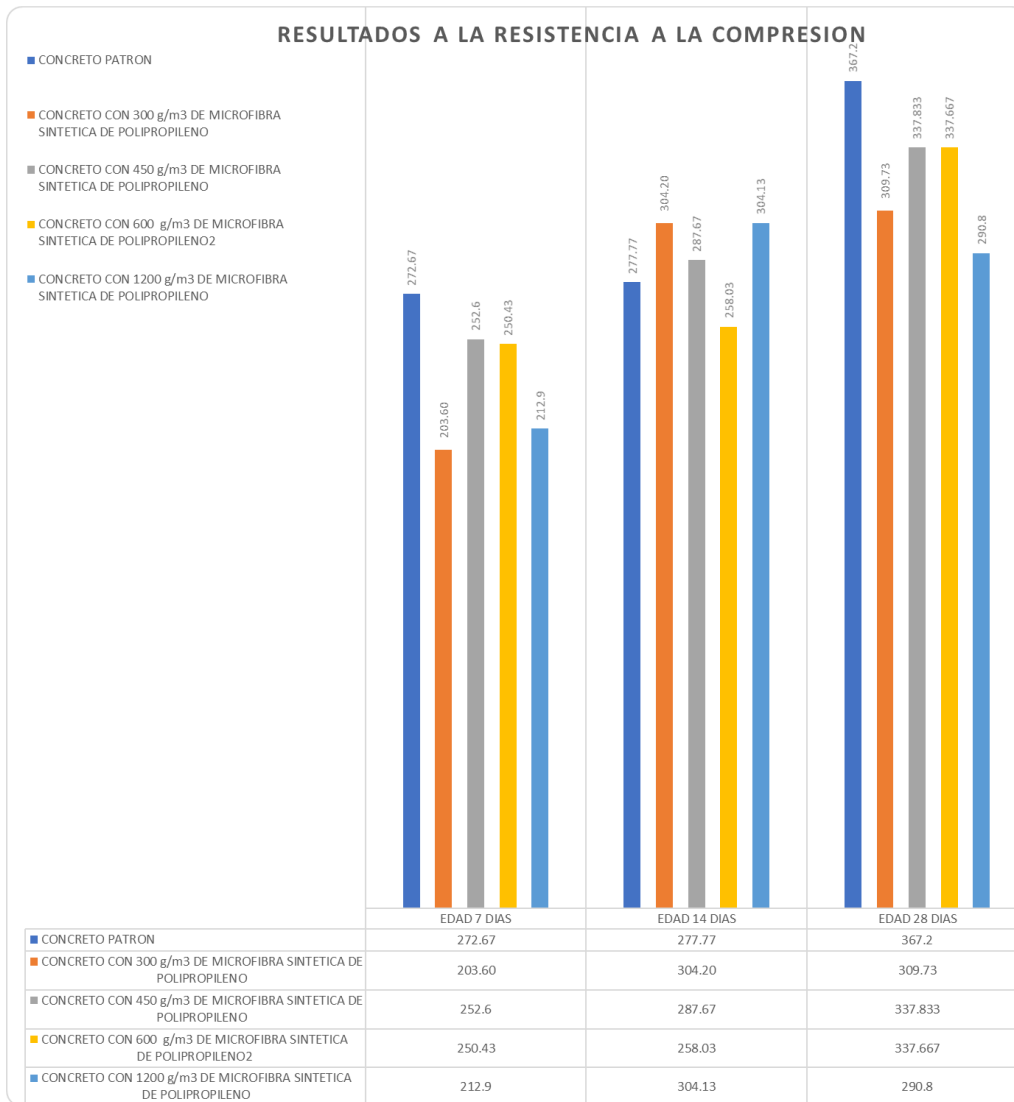
Fuente: Propia

**4.1.12.1. Dosificación de Microfibras Sintéticas de Polipropileno****Tabla 46***Dosificación de Microfibras sintéticas de Polipropileno*

| <b>microfibras sintéticas de polipropileno por un metro cubico de concreto</b> | <b>dosificación de microfibras sintéticas de polipropileno para 0.085 m3 de concreto</b> |
|--|--|
| <b>300 g/m3</b>  | <b>25.5 g</b>  |
| <b>450 g/m3</b>  | <b>38.25 g</b>   |
| <b>600 g/m3</b>  | <b>51 g</b>  |
| <b>1200 g/m3</b>   | <b>102 g</b>   |

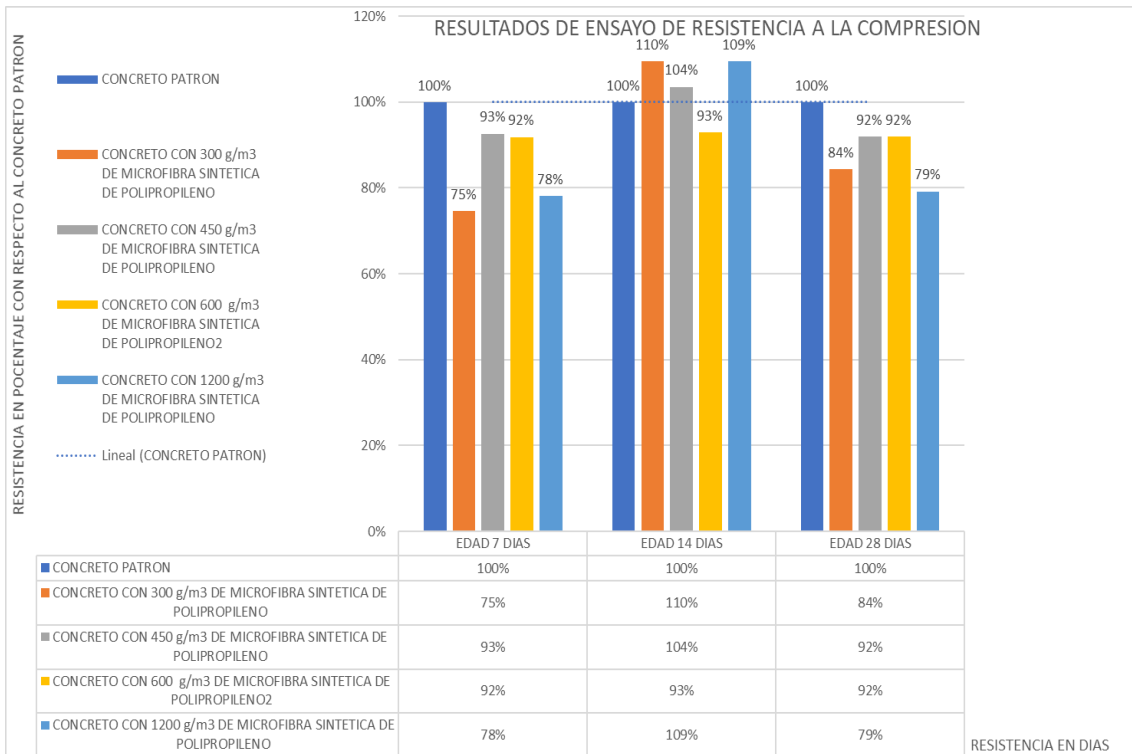
Fuente: Propia

**4.1.13. Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión****Figura 23** *Resultados Generales de Ensayo de Resistencia a la Compresión en kg/cm2*



Fuente: Propia

**Figura 24** Resultados Generales de Ensayo de Resistencia a la Compresión en porcentajes



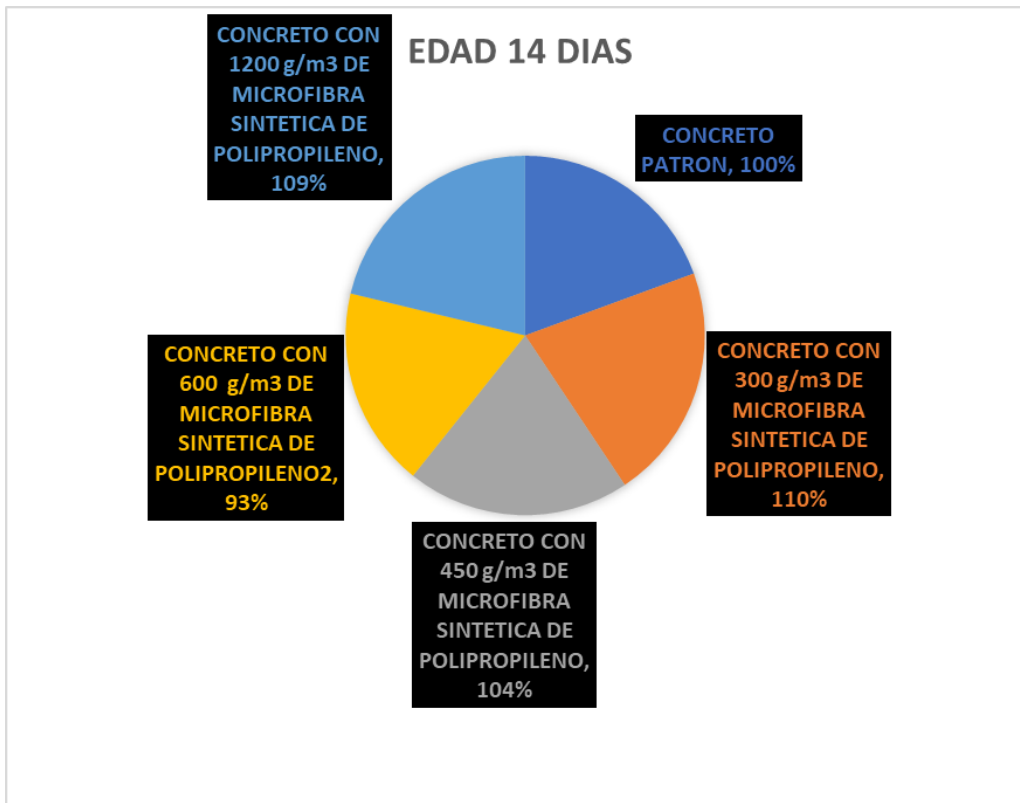
Fuente: Propia

Figura 25 Resultados Resistencia a la compresión a los 07 días



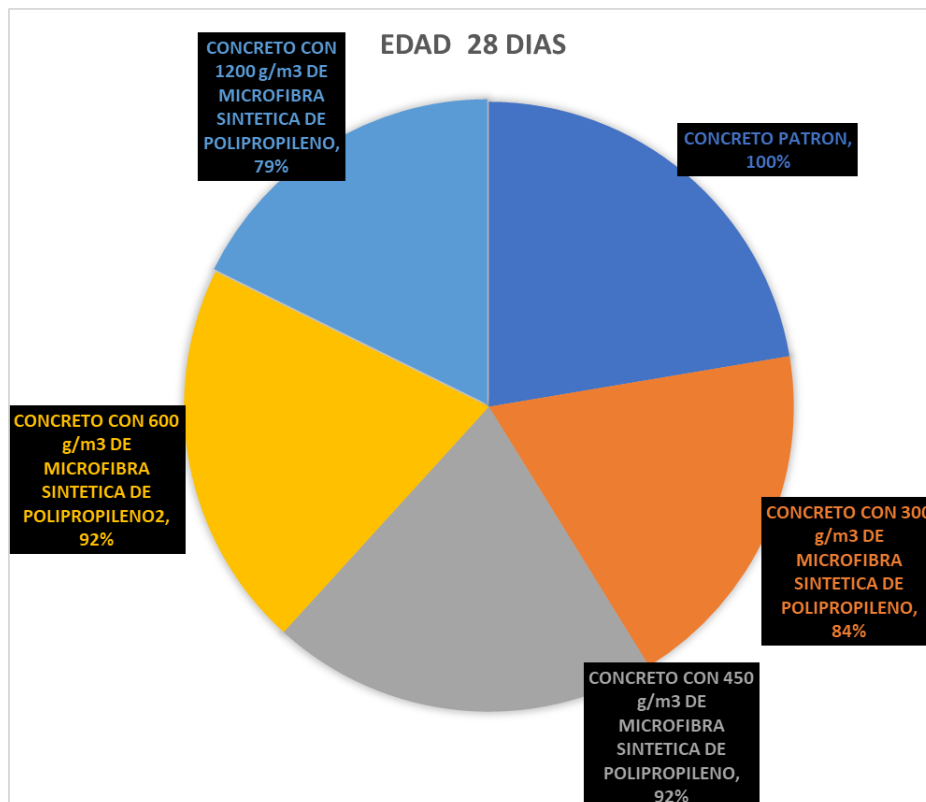
Fuente: Propia

Figura 26 Resultados resistencia a la COmpresión a los 14 días



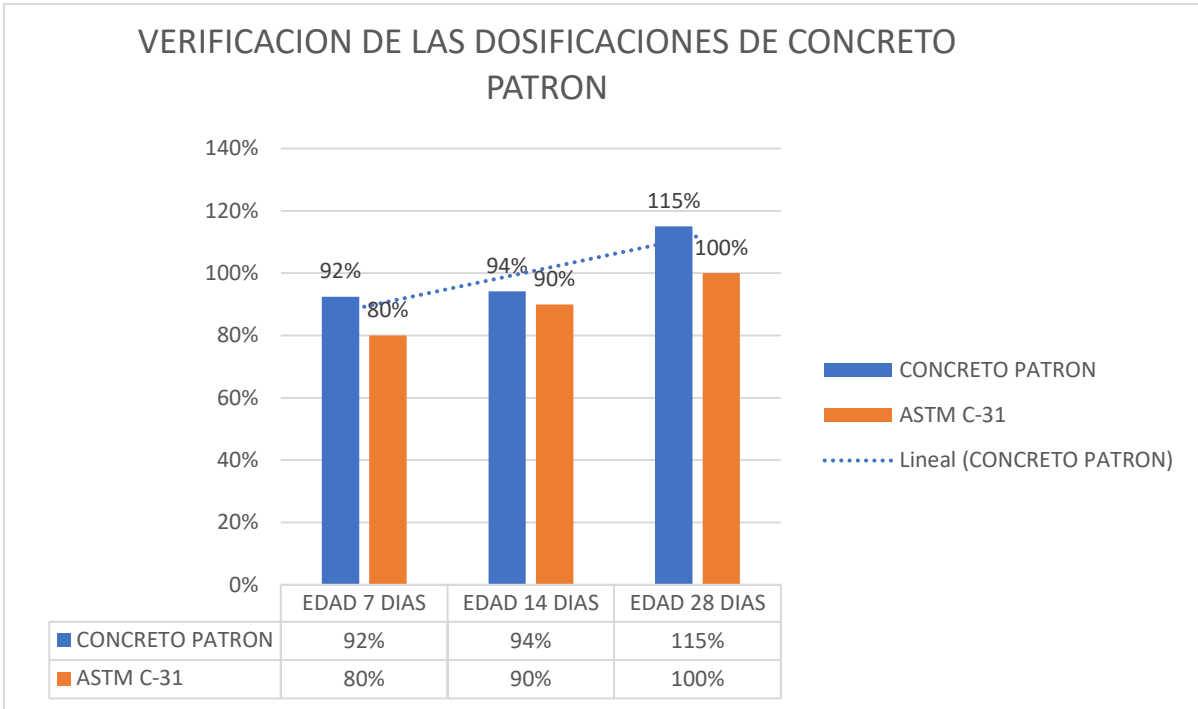
Fuente: Propia

**Figura 27** Resultados del ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: Propia

**Figura 28** Verificación de resistencia de Concreto Patrón según ACI Comité 211



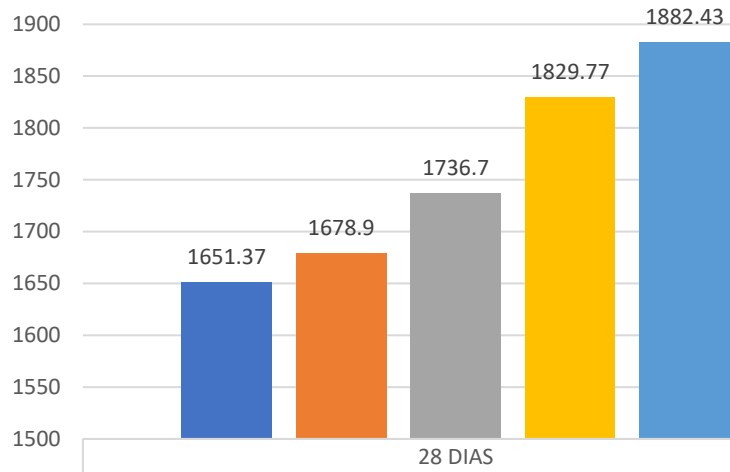
Fuente: Propia

**4.1.14. Resultados de Ensayo a la Flexión**

**Figura 29** Resultados de ensayo de Resistencia a Flexión

## RESULTADOS DE ENSAYOS A LA FLEXION

- CONCRETO PATRON
- CONCRETO CON 300 g/m<sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO
- CONCRETO CON 450 g/m<sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO
- CONCRETO CON 600 g/m<sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO
- CONCRETO CON 1200 g/m<sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO

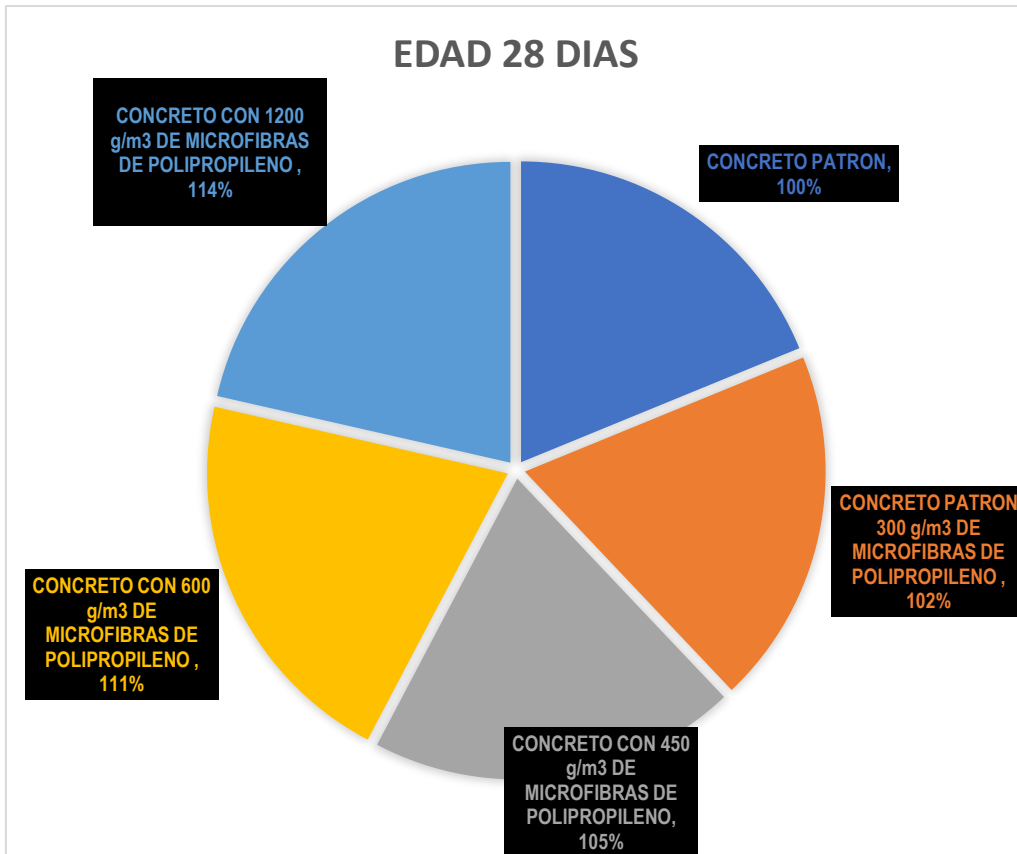


|  |         |
|--|---------|
| ■ CONCRETO PATRON  | 1651.37 |
| ■ CONCRETO CON 300 g/m <sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO  | 1678.9  |
| ■ CONCRETO CON 450 g/m <sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO  | 1736.7  |
| ■ CONCRETO CON 600 g/m <sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO  | 1829.77 |
| ■ CONCRETO CON 1200 g/m <sup>3</sup> DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO | 1882.43 |

LOS RESULTADOS ESTAN EN Kg

Fuente: Propia

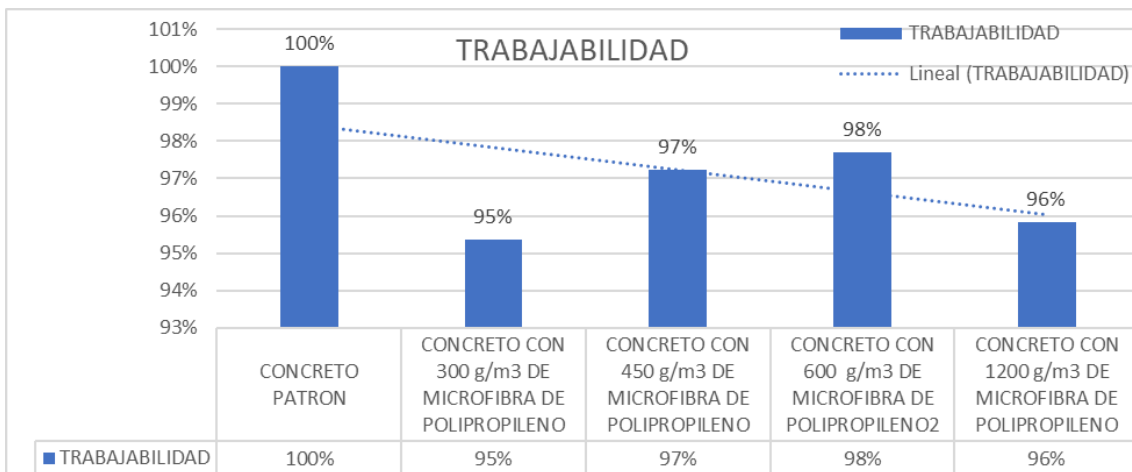
Figura 30 Resultados ensayo de Resistencia a la Flexión



Fuente: Propia

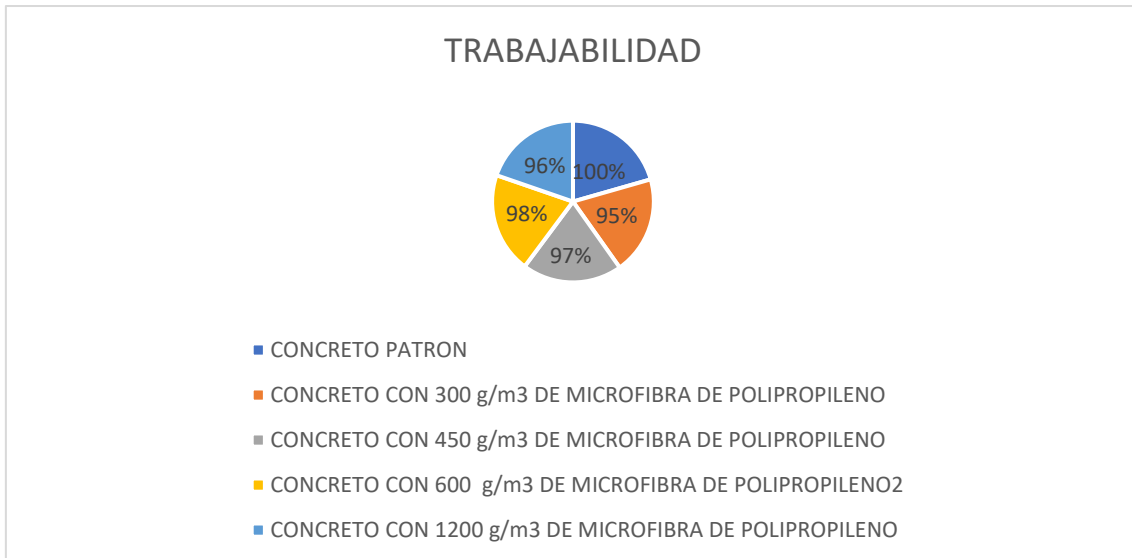
#### 4.1.15. Resultados ensayo de Asentamiento

Figura 31 Resultados ensayos de Asentamiento



Fuente: Propia

Figura 32 Resultados ensayo de Asentamiento



Fuente: Propia

## 4.2. Prueba de hipótesis

### 4.2.1. Prueba de Hipótesis General

Mejora el comportamiento físico - mecánico del concreto con adición de microfibras sintéticas de polipropileno para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021.

- Decisión

Podemos determinar que al adicionar las microfibras de polipropileno **SI** mejoran su comportamiento mecánico

### 4.2.2. Prueba de Hipótesis Específicas

Hipótesis Específica 1: Mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021.

- Decisión

Se define hipótesis nula e hipótesis alternativa.

$H_0$  = La incorporación de microfibras sintéticas de polipropileno no Mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$H_a$  = La incorporación de microfibras sintéticas de polipropileno Mejora la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Podemos determinar que al adicionar las microfibras sintéticas de polipropileno SI mejoran su resistencia a la flexión. A continuación, se adjunta la Prueba de Normalidad, Análisis de Correlación y Diagrama de Dispersión.

**Tabla 47 Prueba de Normalidad - Resistencia por flexión**

| <b>Pruebas de normalidad</b>                |  |    |      |                     |    |      |  |
|---|--|----|------|---------------------|----|------|--|
| Adición de microfibras de polipropileno (%) | <b>Kolmogorov -Smirnov<sup>a</sup></b> |    |      | <b>Shapiro-Wilk</b> |    |      |  |
|   | Estadístico                            | gl | Sig. | Estadístico         | gl | Sig. |  |
| Resistencia a flexión (laboratorio)         |  |    |      |                     |    |      |  |
| 300   | ,309                                   | 3  | .    | ,900                | 3  | ,387 |  |
| 450   | ,253                                   | 3  | .    | ,964                | 3  | ,638 |  |
| 600   | ,191                                   | 3  | .    | ,997                | 3  | ,901 |  |
| 1200  | ,213                                   | 3  | .    | ,990                | 3  | ,808 |  |

Fuente: SPSS

De la prueba de normalidad, se verifica que los valores significativos son mayores a 0.05, por lo cual se considera que los datos resistencia a flexión, provienen de una distribución normal.

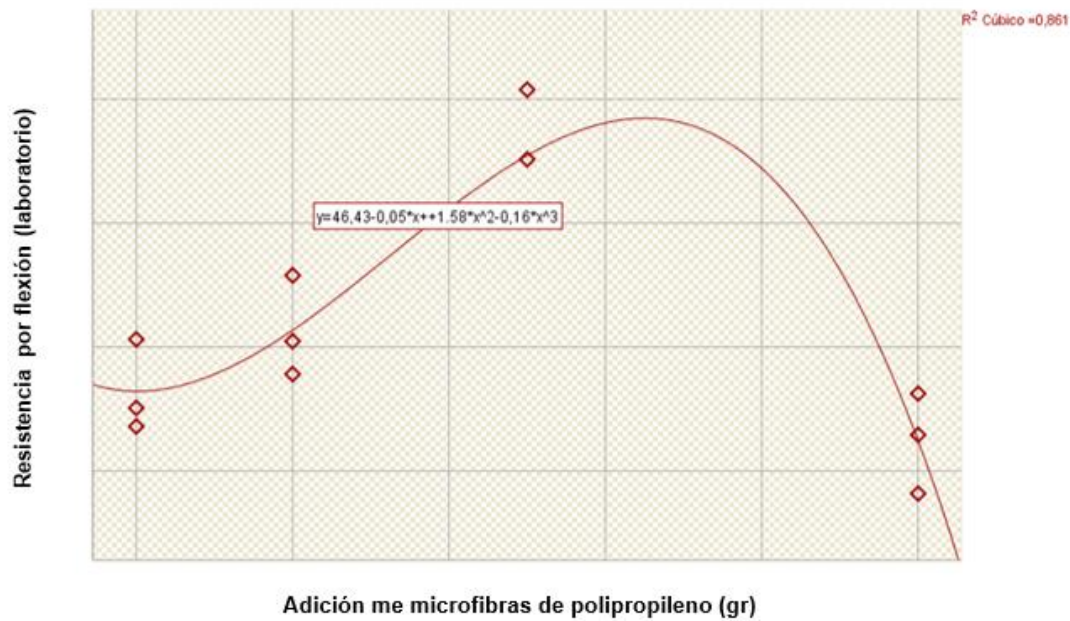
**Tabla 48 Correlaciones - Resistencia por Flexión**

| <b>Correlaciones</b>                   |                        |                             |                                       |
|--|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
|  |                        | Adición de microfibras (gr) | Resistencia por flexión (laboratorio) |
| Adición de Microfibras (gr)            | Correlación de Pearson | 1                           | -,540                                 |
|  | Sig. (bilateral)       |                             | ,665                                  |
|  | N                      | 12                          | 12                                    |
| Resistencia por flexión% (laboratorio) | Correlación de Pearson | ,500                        | 1                                     |
|  | Sig. (bilateral)       | ,665                        |                                       |
|  | N                      | 12                          | 12                                    |

Fuente: SPSS

Del análisis de correlación de Pearson, se obtuvo un valor r negativo de 0.500, lo cual indica una correlación positiva para la incorporación de microfibras de polipropileno, sobre la resistencia a la flexión del concreto.

**Figura 33** Diagrama de Dispersión - Resistencia por flexión



Fuente: SPSS

Del diagrama de dispersión se obtuvo un valor R2 de 0.861, lo cual indica que la relación entre las variables es alta.

Hipótesis Específica 2: Mejora resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm2 con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

- Decisión

Se define hipótesis nula e hipótesis alternativa.

Ho = La incorporación de microfibras sintéticas de polipropileno no Mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm2

Ha = La incorporación de microfibras sintéticas de polipropileno Mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm2

Podemos determinar que al adicionar las microfibras sintéticas de polipropileno la mejora no es tan notoria la resistencia a la compresión

**Tabla 49** Prueba de Normalidad - Resistencia por Compresión

| Pruebas de normalidad                       |                                 |    |      |              |    |      |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Adición de microfibras de polipropileno (%) | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|   | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
|   |                                 |    |      |              |    |      |

|  |      |      |   |   |      |   |      |
|--|------|------|---|---|------|---|------|
| Resistencia a compresión (laboratorio) | 300  | ,309 | 3 | . | ,900 | 3 | ,387 |
|  | 450  | ,253 | 3 | . | ,964 | 3 | ,638 |
|  | 600  | ,191 | 3 | . | ,997 | 3 | ,901 |
|  | 1200 | ,213 | 3 | . | ,990 | 3 | ,808 |

Fuente: SPSS

De la prueba de normalidad, se verifica que los valores significativos son mayores a 0.05, por lo cual se considera que los datos resistencia a compresión, provienen de una distribución normal .

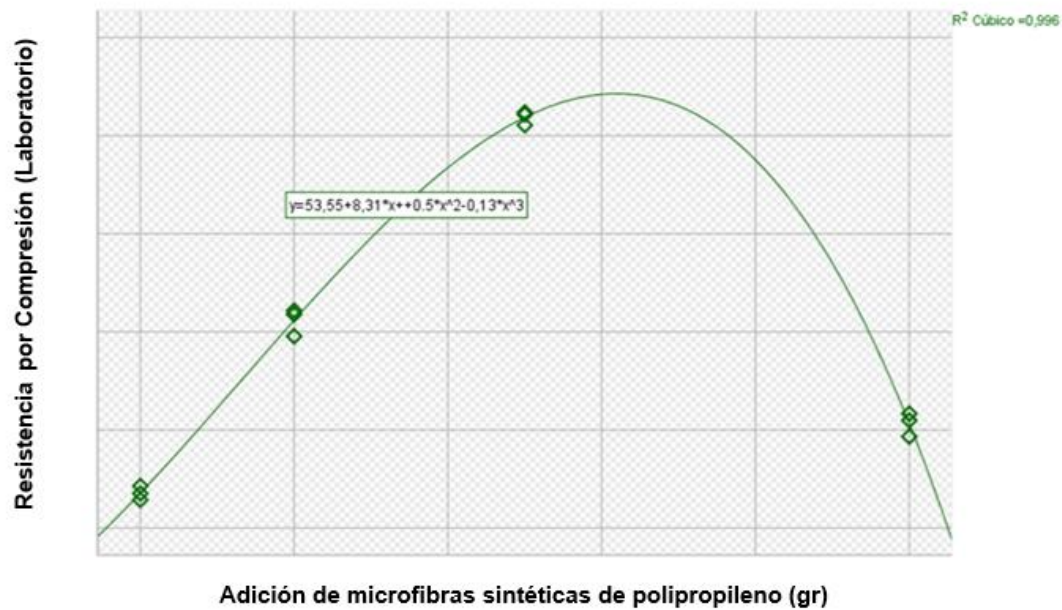
**Tabla 50** Correlaciones - Resistencia por compresión

| Correlaciones                             |                        |                             |  |
|---|------------------------|-----------------------------|--|
|   |                        | Adición de microfibras (gr) | Resistencia por compresión (laboratorio) |
| Adición de Microfibras (gr)               | Correlación de Pearson | 1                           | -,540                                    |
|   | Sig. (bilateral)       |                             | ,665                                     |
|   | N                      | 12                          | 12                                       |
| Resistencia por compresión% (laboratorio) | Correlación de Pearson | ,540                        | 1  |
|   | Sig. (bilateral)       | ,665                        |  |
|   | N                      | 12                          | 12                                       |

Fuente: SPSS

Del análisis de correlación de Pearson, se obtuvo un valor r negativo de -0.540, lo cual indica una correlación positiva para la incorporación de microfibras de polipropileno, sobre la resistencia por compresión .

**Figura 34** Diagrama de Dispersión - Resistencia por compresión



Fuente: SPSS

Del diagrama de dispersión se obtuvo un valor  $R^2$  de 0.996, lo cual indica que la relación entre las variables es muy alta.

Hipótesis Específica 3: Mejora la trabajabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de microfibras sintéticas de polipropileno, distrito de Miraflores, Provincia y Región, Arequipa-2021

- Decisión

Se define hipótesis nula e hipótesis alternativa.

$H_0$  = La incorporación de microfibras sintéticas de polipropileno no Mejora la trabajabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$H_a$  = La incorporación de microfibras sintéticas de polipropileno Mejora la trabajabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Podemos determinar que al adicionar las microfibras sintéticas de polipropileno la mejora no es tan notoria la trabajabilidad

**Tabla 51** Prueba de Normalidad - Trabajabilidad

| Pruebas de normalidad                       |                                 |    |      |              |    |      |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Adición de microfibras de polipropileno (%) | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|   | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
|   |                                 |    |      |              |    |      |

|                              |      |      |   |   |      |   |      |
|------------------------------|------|------|---|---|------|---|------|
| Trabajabilidad (laboratorio) | 300  | ,309 | 3 | . | ,900 | 3 | ,387 |
|                              | 450  | ,253 | 3 | . | ,964 | 3 | ,638 |
|                              | 600  | ,191 | 3 | . | ,997 | 3 | ,901 |
|                              | 1200 | ,213 | 3 | . | ,990 | 3 | ,808 |

Fuente: SPSS

De la prueba de normalidad”, se verifica que los valores significativos son mayores a 0.05, por lo cual se considera que los datos de trabajabilidad, provienen de una distribución normal.

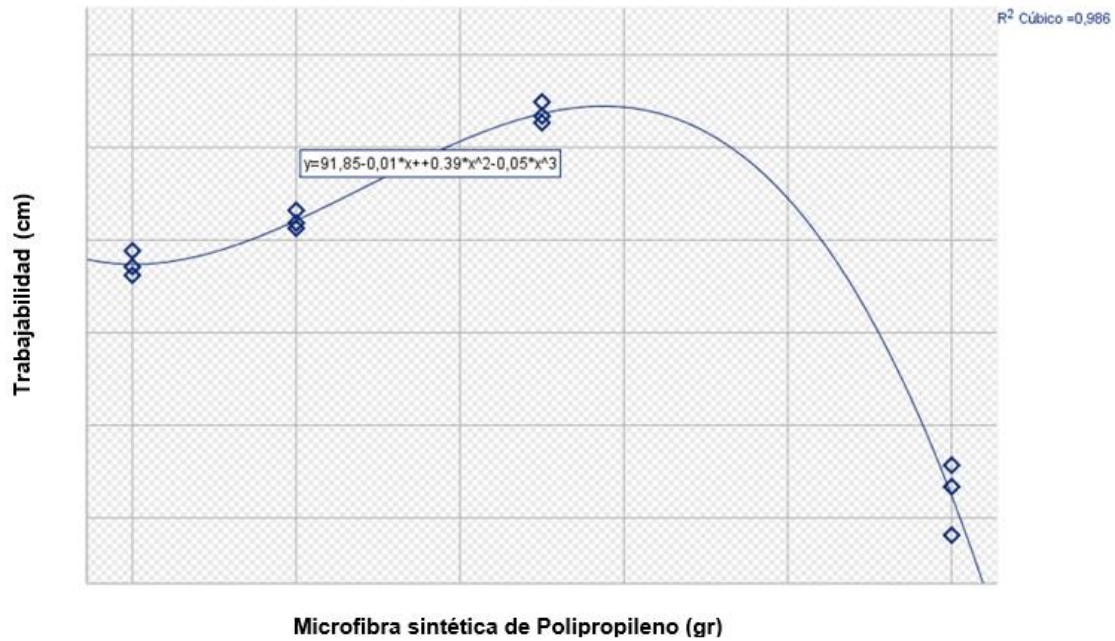
**Tabla 52** Correlaciones - Trabajabilidad

| Correlaciones                |                        |                             |                              |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|                              |                        | Adición de microfibras (gr) | Trabajabilidad (laboratorio) |
| Adición de Microfibras (gr)  | Correlación de Pearson | 1                           | -,540                        |
|                              | Sig. (bilateral)       |                             | ,665                         |
|                              | N                      | 12                          | 12                           |
| Trabajabilidad (laboratorio) | Correlación de Pearson | ,480                        | 1                            |
|                              | Sig. (bilateral)       | ,665                        |                              |
|                              | N                      | 12                          | 12                           |

Fuente: SPSS

Del análisis de correlación de Pearson, se obtuvo un valor r negativo de 0.480, lo cual indica una correlación positiva para la incorporación de microfibras de polipropileno, respecto a la trabajabilidad del concreto.

**Figura 35** Diagrama de Dispersión - Trabajabilidad



Fuente: SPSS

Del diagrama de dispersión se obtuvo un valor  $R^2$  de 0.996, lo cual indica que la relación entre las variables es muy alta.

Hipótesis Específica 4: Al añadir las microfibras sintéticas de polipropileno en concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , aplicado en el distrito de Miraflores, provincia y región, Arequipa 2021, se mitigan la existencia de fisuras por acción de la incorporación de las fibras en la mezcla.

- Decisión

Debido a que la hipótesis respecto al análisis de fisuras, se encuentra estrechamente ligado a la resistencia por comprensión y flexión del concreto, tal como manifiesta Ccasani & Carrascal (2021), es que se toma por verdadera la hipótesis alterna que el concreto mientras más cantidad de fibras sintéticas de polipropileno se incorporen a la mezcla del concreto, el mismo será menos propenso a ser afectado por presencia de grietas, siempre y cuando se utilice concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

### 4.3. Discusión de resultados

Discusión General: Con respecto al objetivo general los resultados de la mayoría de los autores y esta investigación resalta que su conducta es positiva frente a las diferentes fuerzas mecánicas que se ha sometido el concreto con la adición de microfibras de polipropileno tanto en estado fresco e endurecido.

Discusión Específica 1: Con respecto al primer objetivo específico. Según Díaz & Huamani (2021) obtuvieron el 11% de incremento en cuanto a la resistencia a la flexión al adicionar fibras sintéticas de polipropileno con una proporción de 600 g/m<sup>3</sup> de concreto. Del mismo modo, Ccasani & Aduardo (2021) obtuvieron el 15 % de incremento en la resistencia a la flexión con la adición de fibras de polipropileno con una proporción de 600 g/m<sup>3</sup> de concreto y 26 % de incremento en la resistencia a la flexión con la adición de fibras de polipropileno con una proporción de e 1200 g/m<sup>3</sup> de concreto, en esta investigación se obtuvo el 2 % de incremento en la resistencia a la flexión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de e 300 g/m<sup>3</sup> de concreto, el 5 % de incremento en la resistencia a la flexión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de 450 g/m<sup>3</sup> de concreto, el 11 % de incremento en la resistencia a la flexión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de 600 g/m<sup>3</sup> de concreto, el 14 % de incremento en la resistencia a la flexión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de e 1200 g/m<sup>3</sup> de concreto. Por lo que, la presente investigación encuentra concordancia con los autores mencionados con respecto al incremento de la resistencia a flexión a través del ensayo de resistencia por flexión con carga a los tercios del tramo.

Discusión Específica 2: Con respecto al segundo objetivo específico. Según Velásquez (2017) determinó que al adicionar fibras sintéticas de polipropileno una proporción de 800 g/m<sup>3</sup> de concreto baja hasta 7% de resistencia a la compresión en nuestra investigación a medida que se va aumentado la microfibra va bajando la resistencia a la compresión, 6 % de disminución en la resistencia a la compresión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de 300 g/m<sup>3</sup> de concreto, el 8 % de disminución en la

resistencia a la compresión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de 450 g/m<sup>3</sup> de concreto, el 8 % de disminución en la resistencia a la compresión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de 600 g/m<sup>3</sup> de concreto, el 21 de disminución en la resistencia a la compresión con la adición de microfibras de polipropileno con una proporción de 1200 g/m<sup>3</sup> de concreto, estando de acuerdo con este autor. Y frente a los de más autores esta investigación de contradice.

Discusión Específica 3: Con respecto al tercer objetivo específico. Según Ccasani & Aduardo (2021) la variación de la trabajabilidad no es muy significativo ya que esta evaluación tiene que ver bastante con la condición de lugar con respecto al clima y altitud. Este autor obtiene agregando fibras de proporción 300 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 10% de disminución en asentamiento. Agregando fibras de proporción 350 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 0% de disminución. Agregando fibras de proporción 600 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 21% de disminución. Para esta investigación se determinó que, agregando fibras de proporción 300 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 5% de disminución; agregando fibras de proporción 450 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 3% de disminución; agregando fibras de proporción 600 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 2% de disminución; y agregando fibras de proporción 1200 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 4% de disminución estando en concordancia con el autor.

Discusión Específica 4: Con respecto al cuarto objetivo específico. Según Ccasani & Aduardo (2021) la variación de la presencia de fisuras no es muy significativo ya que esta evaluación tiene que ver bastante con la resistencia del concreto a compresión y flexión. Este autor obtiene agregando fibras de proporción 300 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 12% de disminución en fisuras. Agregando fibras de proporción 350 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 0% de disminución. Agregando fibras de proporción 600 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 17% de disminución de presencia de fisuras. Para esta investigación se determinó que, agregando hasta dosificación de 1200 g/m<sup>3</sup> de fibra sintética de polipropileno, el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> resulta menos propenso a la presencia de fisuras, lo cual está estrechamente relacionada con la capacidad del mismo



a resistir fuerzas por compresión de hasta 367.20 kg/cm<sup>2</sup> y en flexión de hasta 1882.43 kg/cm<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

Conclusión General: El comportamiento mecánico de concreto adicionado con microfibras sintéticas de polipropileno su conducta es equilibrada frente a las diferentes fuerzas mecánicas externas que fueron sometidas en esta investigación, resaltando los concretos adicionados con microfibras sintéticas de polipropileno en proporciones de 450 y 600 g/m<sup>3</sup> de concreto .

Conclusión Específica 1: Para analizar el efecto en la resistencia a flexión, se tomó los datos siguientes, el concreto patrón se ensayó, teniendo en cuenta que las vigas se rompieron dentro del tercio superior, teniendo un módulo de rotura a los 28 días de curado obteniendo que los que se ha adicionado con microfibras sintéticas de polipropileno en proporciones de 300 g/m<sup>3</sup> de concreto, superan hasta 2% con respecto al concretos patrón, los adicionados con microfibras sintéticas de polipropileno en proporciones de 450 g/m<sup>3</sup> superan hasta 5 % con respecto al concretos patrón, los adicionados con microfibras sintéticas de polipropileno en proporciones de 600 g/m<sup>3</sup> superan hasta 11 % con respecto al concretos patrón, los adicionados con microfibras sintéticas de polipropileno en proporciones de 1200 g/m<sup>3</sup> superan hasta 14 % con respecto al concretos patrón. Con lo cual se evidencia que la incorporación de Microfibras de Polipropileno influyen positivamente en la resistencia la flexión del concreto.

Conclusión Específica 2: Determinando la máxima resistencia a la compresión donde se observa que el concreto patrón se desarrolla estando dentro de los parámetros del ASTM C-31, a las edades de 7 14 y 28 días y su desarrollo es de 81%, 91%, 101% de resistencia a la compresión con respecto a la resistencia requerida, estando encima de lo requerido por la norma y además esto indicaría la valides del diseño de mezclas elaborado para esta investigación, mientras que los que se ha adicionado microfibras sintéticas de polipropileno en proporciones de 400 y 600 g/m<sup>3</sup> de concreto, a los 7 días superan hasta 5% y 4% con respecto al concretos patrón, a los 14 días los adicionados con microfibras de polipropileno en proporciones de 600 y 1200 g/m<sup>3</sup> de concreto, superan hasta 7

y 14 % respectivamente con respecto al concretos patrón, y a los 28 días los adicionados con microfibras sintéticas de polipropileno con proporciones de 450 y 600 g/m<sup>3</sup> de concreto son los que menos bajan en su resistencia a la compresión disminuyendo un 8%, con respecto al concreto patrón , mientras que los demás dosificaciones de 300 y 1200 disminuyen, 16 y 21% con relación al patrón específico. Como resultado se demuestra que la adición de Microfibras de Polipropileno no tiene un impacto apreciable en la resistencia a compresión del hormigón.

Conclusión Específica 3: La trabajabilidad. Mejor definido como la cantidad total de trabajo interno requerido para producir una compactación completa, ya que solo la fricción interna es una propiedad intrínseca de la mezcla (Neville M., 2013) Según a esta definición y observando la parte interna del concreto adicionados con microfibras sintéticas de polipropileno son idénticas o similares al concreto patrón en la estructura y distribución de los agregados. Y en los asentamientos las diferencias son mínimas o para esta investigación según (Carvajal Davila & Portocarrero Espirilla, 2020) agregando fibras de proporción 300 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 10% de disminución en asentamiento. Agregando fibras de proporción 350 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 0% de disminución. Agregando fibras de proporción 600 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 21% de disminución. Para esta investigación se determinó que., Agregando fibras de proporción 300 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 5% de disminución. Agregando fibras de proporción 450 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 3% de disminución. Agregando fibras de proporción 600 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 2% de disminución. Agregando fibras de proporción 1200 g/m<sup>3</sup> de concreto obtuvo un 4% de disminución estando en concordancia con el autor. Se verifica que la trabajabilidad disminuye al incorporar microfibras de polipropileno.

Conclusión Específica 4: La fisuración. Se puede definir mejor como la acción del agua cuando se evapora de la superficie más rápidamente que el agua exudada, lo cual propicia que el concreto no pudiera soportar fuerzas por flexión (Neville M., 2013) Según a esta definición y observando la capacidad de resistencia del concreto, se infiere que la incorporación de microfibras de polipropileno mejora la resistencia por fisuramiento del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  .

## RECOMENDACIONES

R1.- Se recomienda que para obtener resultados eficientes en cuanto a la flexión del concreto adicionado con microfibras sintéticas de polipropileno se debe utilizar las proporciones de 450 kg/m<sup>3</sup> a 600 kg/m<sup>3</sup> de concreto, ya que estas proporciones son las que mantienen en su comportamiento de resistencia a la compresión y trabajabilidad.

R2.- En el diseño del concreto se recomienda adicionar un 10% más al último resultado obtenido que es la resistencia promedio requerida, utilizando proporciones de adición con microfibras sintéticas de polipropileno se debe utilizar las proporciones de 450 kg/m<sup>3</sup> a 600 kg/m<sup>3</sup> de concreto, ya que estas proporciones reflejan que hasta en su reacción en su rotura no son explosivos esto disminuyendo el riesgo ante destrucciones naturales o forzadas.

R3.- Para que los concretos adicionados con micro fibra sintética de polipropileno se puede compactar con facilidad y ser colocados correctamente e intercedan en su resistencia a la segregación, se recomienda utilizar los materiales que estén dentro de los parámetros granulométricos que requiere la norma.

R4.- Realizar un estudio práctico respecto al fisuramiento del concreto y a la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno, bajo distintas resistencias y distintos periodos de curado.

R5: Para establecer el comportamiento mecánico debe acompañarse con pruebas de las propiedades físicas en estado fresco y endurecido . Asimismo, debe tomarse muestreo aleatorio para mejor confiabilidad de los resultados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO , Flavio . *Tecnología De Concreto*. Lima, 1997.
- BARRERA , A. *Durabilidad Y Patología Del Concreto*. Instituto Mexicano Del Cemento Y De Concreto, Mexico, 2017.
- BENAVIDES, Wilfredo, & GONZALES , Luis O. *Fibras De Polipropileno Para Reforzamiento De Matrices Cementicias*. Universidad Nacional De Colombia, Palmira, 2012. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10765>
- BERNEDO , Henry, & NINA , Anghela B. *Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimento de tránsito vehicular ligero*, Yarabamba, Arequipa, 2020. Universidad César Vallejo, Arequipa, 2020, pp. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60816>
- CARHUAPOMA , W. *Efecto de las fibras de polipropileno para concretos de resistencia a la compresion de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> elaborados con agregados de la Cantera De Cochamarca -Pasco*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Pasco, 2018.
- CARBAJAL , Katty M., & PORTOCARRERO, Gloria K. *Estudio Comparativo De La Fisuración Del Concreto Por Retracción Plástica Con Aditivos Incorporadores De Aire Vs. Fibras De Polipropileno*. Universidad Nacional San Agustin Arequipa, Arequipa, 2020. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA\\_6ccb8ab0bdf547bb691aef5fee4a7d9f](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_6ccb8ab0bdf547bb691aef5fee4a7d9f)
- CEBALLOS, Martín A. *El Concreto, Material Fundamental Para Infraestructura*. Ing. Civil Mba, Centro De Innovación Tecnológica Para La Construcción (Citec), Mexico, 2016. Disponible en <http://imcyc.com/revistacyt/pdf/agosto2016/experto.pdf>
- CCASANI , Jean Frank A., & EDUARDO, Carlos S. *Evaluacion Comparativa De Las Propiedades Plasticas Y Mecanicas Del Concreto F'c 210 Kg/Cm<sup>2</sup> Reforzado Con Microfibras Sinteticas De Polipropileno De 20 Y 30 Mm En Losas De Viviendas Expuestas A Altas Temperaturas En Ucayali*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, 2021, pp.94.

Disponible en :  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656759/Ccasani\\_CJ.pdf?se](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656759/Ccasani_CJ.pdf?se)

DIAZ , Nirvana R., & HUAMANI , Dáker. Determinación de resistencia por flexión para plantear reforzamiento del concreto en losas macizas con fibras polietileno y polipropileno. Universidad César Vallejo, Lima, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68349>

FLORES , Yurela V., & MENDOZA, Juan C. Análisis de la correlación del modulo de rotura ( $m_r$ ) v.s. la resistencia a tracción indirecta ( $f_t$ ) y compresión ( $f_c$ ) de concreto  $f_c = 280, 300, 350, 420$  kgf/cm para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días. Universidad Católica De Santa María, Arequipa, 2019. Disponible en:

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9778>

GUTIERREZ , Fernando. *Efecto Del Uso De Microfibras Recicladas Para El Control De La Fisuración Del Hormigón A Tempranas Edades*. Upc Barcelonatech, Barcelona, 2020, 94 pp. Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/333736>

HERNANDEZ-SAMPIERI, Roberto. *Metodología De La Investigacion*, 2014,

HERRERA , Sergio R., & POLO, Melvin E. Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica. Universidad Católica De Santa María, Arequipa, 2017, pp. 295. Disponible en

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/6694>

INGARROCA , Jilvan C. Analisis del comportamiento de las propiedades plasticas y mecanicas del concreto adicionado con fibras de polipropileno, empleando en el pavimento rigido de la Av. Nicolas Ayllon del km 0+000 al km 0+100 anexo de Pucara, Distrito De Morococha, Region Ju. Universidad Peruana Del Centro, Huancayo, 2021, pp. 147. Disponible en:

<https://repositorio.upecen.edu.pe/handle/20.500.14127/267>

Instituto De Fisica. Propiedades Mecánicas Y Magnéticas De Materiales. Universidad Nacional Autónoma De México, Mexico, 2021.

IVALA , Carlos M. Estudio De la fibra sintetica de polipropileno en las fisuras por retraccion plastica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $f_c 210$

- kg/cm<sup>2</sup> y f<sub>c</sub> 245 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Huancayo 2017. Universidad Continental, Huancayo, 2018, pp.180. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4899>
- LINDAO , Kenia P., & ROMERO , Ana C. Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido f<sub>c</sub> = 350 kg/cm<sup>2</sup>. Universidad De Guayaquil, Ecuador, 2018, pp.94. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/38279>
- MADARIAGA , & ROBLES. *Caracterización De Las Propiedades Físico-Mecánica Del Concreto Reforzado Con Adición De Fibra De Polipropileno En Viga*. Universidad San Francisco De Paula Santander Ocana, Colombia, 2018.
- Manual De Ensayo De Materiales. (2016). Lima.
- MURILLO Torrecilla, J. (2008).
- NEVILLE M., A. *Tecnología De Concreto*. Instituto Mexicano Del Cemento Y Del Concreto, A.C., Mexico, 2013. Disponible en: <https://www.imcyc.com/revista/2000/agosto2000/tecnologiadel%20concreto5.htm>
- NIÑO Hernández, J. R. (S.F.). *Tecnología De Concreto*.
- Norma Técnica De Edificación. *E-060 Concreto Armado*, 2009.
- PASQUEL Carvajal, E. *Temas De Tecnología De Concreto En El Perú*. Colegio De Ingenieros Del Perú, Lima, 1998, pp.52.
- RIVERA , Ana M. Análisis y Evaluación de las propiedades mecánicas en placa prefabricada de concreto con refuerzo en microfibras de polipropileno. Universidad Santotomas, Bogota Colombia, 2020. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33835/2021anarivera.pdf?se>
- RIVERA Lopez, G. A. *Concreto Simple*. Universidad Del Cauca, 2020.
- TAGLE, Amaral F., & ZAPANA, Leonel K. *Evaluación Del Deterioro Del Concreto Con Contenidos Variables De Aire Incorporado Y Fibras De Polipropileno Sometido A Congelamiento A Edades Tempranas*. Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa, 2017. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/ed244233-307b-46f9-b958-5905dfdbf0c0>

VELASQUEZ, N. R. Análisis Comparativo Del Concreto Modificado Con Polipropileno Reciclado Y La Fibra De Polipropileno Comercial. Universidad San Carlos De Guatemala, Guatemala, 2017.



## ANEXOS

### A. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| Variable  | Dimensiones    | Indicadores   | Medición |
|---|----------------|---|----------|
| I<br>i<br>n<br>d<br>e<br>p<br>e<br>n<br>d<br>i<br>e<br>n<br>t<br>e<br><br>Comportamiento<br>Mecánico de<br>Materiales | Flexión        | adición de 300 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 450 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 600 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 1200 g/m3 de microfibra de polipropileno | kg/cm2   |
|   | Compresión     | adición de 300 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 450 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 600 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 1200 g/m3 de microfibra de polipropileno | kg/cm2   |
|   | Trabajabilidad | adición de 300 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 450 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 600 g/m3 de microfibra de polipropileno<br><br>adición de 1200 g/m3 de microfibra de polipropileno | Pulg     |

|   |                             |   |  |        |
|---|-----------------------------|---|--|--------|
| D<br>e<br>p<br>e<br>n<br>d<br>i<br>e<br>n<br>t<br>e | mejoramiento de<br>concreto | Mejora la<br>Resistencia a<br>la Flexión                                  | <p>adición de 300 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 450 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 600 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 1200 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> | kg/cm2 |
|   |                             | La Mejora no<br>es tan<br>Notoria la<br>Resistencia a<br>la<br>Compresión | <p>adición de 300 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 450 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 600 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 1200 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> | kg/cm2 |
|   |                             | La Mejora no<br>es tan<br>Notoria de la<br>Trabajabilidad                 | <p>adición de 300 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 450 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 600 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> <p>adición de 1200 g/m3 de microfibra de polipropileno</p> | Pulg   |

## B. PANEL FOTOGRÁFICO



*Microfibra de polipropileno*



*Dosificación de Agregados en Laboratorio*



*Elaboración del Concreto*



*Verificación del Revenimiento*



*Concreto con Microfibra de Polipropileno*



*Rotura de viga sin Microfibra de Polipropileno*



*Rotura de viga de concreto con adición de 300 g/m<sup>3</sup> de microfibra de polipropileno*



*Rotura de viga de concreto con adición de 4500 g/m<sup>3</sup> de microfibra de polipropileno*



*Rotura de viga de concreto con adición de 600 g/m<sup>3</sup> de microfibras de polipropileno*



*Rotura de viga de concreto con adición de 1200 g/m<sup>3</sup> de microfibras de polipropileno*





*Rotura de probeta de concreto Sin fibra*



*Rotura de probeta de concreto con adición de 300 g/m<sup>3</sup> de microfibra de polipropileno*





*Rotura de probeta de concreto con adición de 450 g/m<sup>3</sup> de microfibra de polipropileno*



*Rotura de probeta de concreto con adición de 600 g/m<sup>3</sup> de microfibra de polipropileno*



*Rotura de probeta de concreto con adición de 1200 g/m<sup>3</sup> de microfibra de polipropileno*

## C. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

### C.1. GRANULOMETRÍA



Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO**  
**TL - ESA - 027 - 2021**

#### ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021  
Página: 4 de 7

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** -  
**CANTERA:** La Poderosa  
**MUESTRA:** Agregado Grueso  
**PROFUNDIDAD (m):** -  
**TIPO DE MUESTRA:** Agregado  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

| DESCRIPCIÓN                |                    | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
|----------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 22220    | 22320    | 22270    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 8137     | 8137     | 8137     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 14083    | 14183    | 14133    |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 9406.8   | 9406.8   | 9406.8   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.497    | 1.508    | 1.502    |

PESO UNITARIO COMPACTADO: 1.508 g./cm<sup>3</sup>

#### PESO UNITARIO SUELTO

| DESCRIPCIÓN                | UNIDAD             | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
|----------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 21210    | 21150    | 21180    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 8137     | 8137     | 8137     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 13073    | 13013    | 13043    |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 9406.8   | 9406.8   | 9406.8   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.390    | 1.383    | 1.387    |

PESO UNITARIO SUELTO: 1.383 g./cm<sup>3</sup>

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab

  
Roger A. Tapia Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 94834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón Nº 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
Teléfono: (054) 425320  
Celular: 968162586  
techlab.laboratorio@gmail.com



**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

Norma MTC E 108 - 2000

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021  
Página: 5 de 7

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** - **PROFUNDIDAD (m):** -  
**CANTERA:** La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado  
**MUESTRA:** Agregados **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada



| ITEM | DESCRIPCIÓN                   |    | M-A   | M-B |
|------|-------------------------------|----|-------|-----|
| 1    | Peso de Muestra Húmeda + Tara | g. | 388.3 | -   |
| 2    | Peso de Muestra Seca + Tara   | g. | 387.3 | -   |
| 3    | Peso de Tara                  | g. | 32.9  | -   |
| 4    | Contenido de Humedad          | %  | 0.28  | -   |

**HUMEDAD DE ARENA**

| ITEM | DESCRIPCIÓN                   |    | M-1   |
|------|-------------------------------|----|-------|
| 1    | Peso de Muestra Húmeda + Tara | g. | 126.0 |
| 2    | Peso de Muestra Seca + Tara   | g. | 125.6 |
| 3    | Peso de Tara                  | g. | 22.7  |
| 4    | Contenido de Humedad          | %  | 0.32  |

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab

Roger A. Tapada Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
Teléfono: (054) 426320  
Celular: 988162586  
techlab.laboratorio@gmail.com



**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS**

Norma MTC E 205 - 2000

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021  
Página: 6 de 7

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** -  
**CANTERA:** La Poderosa  
**MUESTRA:** Agregado Fino  
**PROFUNDIDAD (m):** -  
**TIPO DE MUESTRA:** Agregado Fino  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

**PESO ESPECÍFICO**

| ITEM | DESCRIPCIÓN                                    |    | DATOS  |
|------|--|----|--------|
| 1    | Peso de Muestra Saturada Superficialmente Seca | g  | 500.0  |
| 2    | Peso de Muestra + Picnómetro + Agua            | g  | 1631.8 |
| 3    | Peso de Picnómetro + Agua                      | g  | 1323.2 |
| 4    | Peso de Muestra Seca                           | g  | 492.5  |
| 5    | Temperatura Promedio                           | °C | 16.8   |
| 6    | K, corrección por temperatura                  |    | 1.0006 |

**RESULTADOS**

| ITEM | DESCRIPCIÓN                     |              | VALORES |
|------|---------------------------------|--------------|---------|
| 7    | Peso Especifico Aparente y *SSS | adimensional | 2.57    |
| 8    | Peso Especifico Nominal         | adimensional | 2.68    |
| 9    | Absorción                       | %            | 1.53    |

\*SSS = Saturado Superficialmente Seco

Roger A. Tejeda Gutierrez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.A.P. N° 64834



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO**  
**TL - ESA - 027 - 2021****ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO**

NTP 400.021-2013, Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021

Página: 7 de 7

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** - **PROGRESIVA:** -  
**CANTERA:** La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado  
**MUESTRA:** Ag. Grueso **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA**

| DESCRIPCIÓN                               | UNIDADES | ENSAYO 1 |
|---|----------|----------|
| Peso de la muestra *SSS                   |          | 2038.0   |
| Peso de la muestra + canastilla sumergida | g.       | 1262.0   |
| Peso de la canastilla sumergida           | g.       | 0.0      |
| Peso de la muestra seca                   | g.       | 2018.0   |
| Peso de la muestra aparente               | g.       | 1262.0   |
| Gravedad específica                       | -        | 2.60     |
| Gravedad específica *SSS                  | -        | 2.63     |
| Gravedad específica aparente              | -        | 2.67     |
| Absorción                                 | %        | 1.0      |

\*SSS= Saturado superficialmente seco

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab

  
Roger A. Talleda Guzmán  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 64234

Dirección: Av. Daniel Abides Carrión N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
Teléfono: (054) 425320  
Celular: 968162586  
techlab.laboratorio@gmail.com





Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO**  
**TL - ESA - 027 - 2021**

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO**

NTP 400.012:2013, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021

Página: 1 de 7

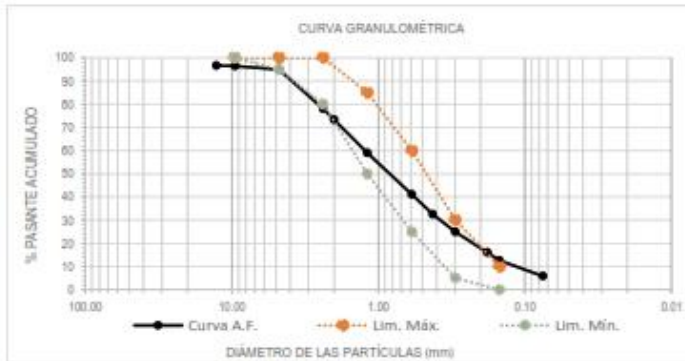
**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2. PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** -  
**CANTERA:** La Poderosa  
**MUESTRA:** Agregado Fino  
**PROGRESIVA:** -  
**TIPO DE MUESTRA:** Agregado Fino  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

| TAMIZ  | DIÁMETRO (mm) | W <sub>RETENIDA</sub> (g) | W <sub>RETENIDO</sub> (g) | W <sub>RETENIDO</sub> (%) | %RETENIDO ACUMULADO | %PASANTE ACUMULADO |
|--------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| -      |               |                           |                           |                           |                     |                    |
| 3"     | 75.00         |                           |                           |                           |                     | 100                |
| 2"     | 50.00         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 1 1/2" | 37.50         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 1"     | 25.00         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 3/4"   | 19.00         | 150                       | 49                        | 2.5                       | 2.5                 | 98                 |
| 1/2"   | 12.70         | 120                       | 19                        | 1.0                       | 3.4                 | 97                 |
| 3/8"   | 9.50          | 104                       | 3                         | 0.2                       | 3.6                 | 96                 |
| Nº 4   | 4.760         | 129                       | 28                        | 1.4                       | 5                   | 95                 |
| Nº 8   | 2.380         | 247.5                     | 89.86                     | 17.1                      | 22                  | 78                 |
| Nº 10  | 2.000         | 182.8                     | 25.16                     | 4.8                       | 27                  | 73                 |
| Nº 16  | 1.190         | 232.4                     | 74.75                     | 14.2                      | 41                  | 59                 |
| Nº 30  | 0.590         | 252.3                     | 94.58                     | 18.0                      | 59                  | 41                 |
| Nº 40  | 0.425         | 202.9                     | 45.21                     | 8.6                       | 68                  | 32                 |
| Nº 50  | 0.297         | 196.9                     | 39.18                     | 7.4                       | 75                  | 25                 |
| Nº 80  | 0.180         | 205.0                     | 47.32                     | 9.0                       | 84                  | 16                 |
| Nº 100 | 0.149         | 176.0                     | 18.37                     | 3.5                       | 87                  | 13                 |
| Nº 200 | 0.075         | 193.0                     | 35.3                      | 6.7                       | 94                  | 6                  |
| FONDO  |               | 188.2                     | 30.56                     | 5.8                       | 100                 | 0                  |

|                              |           |       |
|------------------------------|-----------|-------|
| % GRAVA                      | % GG      | 2.5   |
|                              | % GF      | 2.5   |
|                              | % AG      | 21.9  |
| % ARENA                      | % AM      | 40.8  |
|                              | % AF      | 26.6  |
|                              | % FINOS   | 5.8   |
| Tamaño Máximo de la grava    | Nº        | 3/4   |
| Forma del suelo grueso       | Subangulo |       |
| Porcentaje retenido en la 3" |           | 0     |
| Coefficiente de curvatura    |           | 0.97  |
| Coefficiente de uniformidad  |           | 10.28 |

|           |          |
|-----------|----------|
| MF        | 2.9      |
| TM        | -        |
| (1) Huso* | Ag. Fino |



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab  
(1) Norma de referencia ASTM C-33.

*Roger A. Toledo*  
Roger A. Toledo Gómez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.A.P. N° 64234



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
Teléfono: (054) 425320  
Celular: 958162586  
techlab.laboratorio@gmail.com



Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO**  
**TL - ESA - 027 - 2021**

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO**

NTP 400.012.2013, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021

Página: 2 de 7

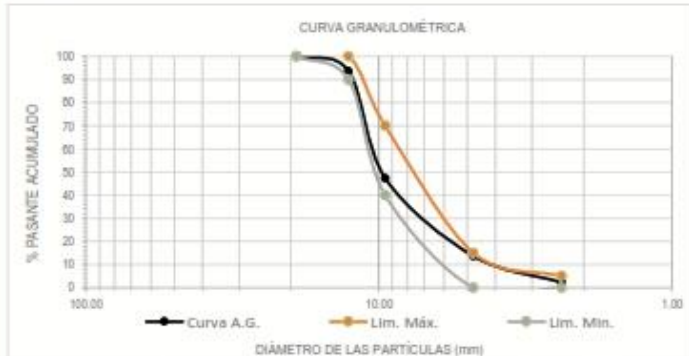
**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** -  
**CANTERA:** La Poderosa  
**MUESTRA:** Agregado Grueso  
**PROGRESIVA:** -  
**TIPO DE MUESTRA:** Agregado  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

| TAMIZ  | DIÁMETRO (mm) | W <sub>RETENIDA</sub> (g) | W <sub>RETENIDO</sub> (g) | W <sub>RETENIDO</sub> (%) | %RETENIDO ACUMULADO | %PASANTE ACUMULADO |
|--------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| 3"     | 75.00         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 2"     | 50.00         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 1 1/2" | 37.50         |                           |                           |                           |                     |                    |
| 1"     | 25.00         | 307                       | 0                         | 0                         | 0                   | 100                |
| 3/4"   | 19.00         | 554                       | 247                       | 6                         | 6                   | 100                |
| 1/2"   | 12.70         | 2114                      | 1807                      | 46                        | 53                  | 94                 |
| 3/8"   | 9.50          | 1610                      | 1303                      | 33                        | 86                  | 47                 |
| Nº 4   | 4.760         | 752                       | 445                       | 11                        | 98                  | 14                 |
| Nº 8   | 2.380         | 395                       | 88                        | 2                         | 100                 | 2                  |
| Nº 10  | 2.000         | 307                       | 0                         | 0                         | 100                 | 0                  |
| Nº 16  | 1.190         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 30  | 0.590         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 40  | 0.425         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 50  | 0.297         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 100 | 0.149         |                           |                           |                           |                     |                    |
| Nº 200 | 0.075         |                           |                           |                           |                     |                    |
| FONDO  |               |                           |                           |                           |                     |                    |

| % GRAVA                           | % GG    |            |
|-----------------------------------|---------|------------|
|                                   |         | 6.3        |
|                                   | % GF    | 91.4       |
|                                   | % AG    | 2.3        |
| % ARENA                           | % AM    | 0.0        |
|                                   | % AF    | 0.0        |
|                                   | % FINOS | 0.0        |
| Tamaño Máximo de la grava (pulg.) |         | 1/2"       |
| Forma del suelo grueso            |         | Subangular |
| Porcentaje retenido en la 3"      |         | 0          |
| Coefficiente de curvatura         |         | 1.27       |
| Coefficiente de uniformidad       |         | 0.79       |

|           |      |
|-----------|------|
| TMN       | 3/4" |
| (1) Huso* | 7    |
| MF        | 6.9  |



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab  
 (1) Norma de referencia ASTM C-33.

*Rogger A. Tejeda Carreras*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rívero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162588  
 techlab.laboratorio@gmail.com





Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO**  
**TL - ESA - 027 - 2021****ENSAYO DE PESO UNITARIO**

Norma MTC E 203 - 2000

F. Emisión: 11 de Setiembre de 2021

Página: 3 de 7

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 6 de Setiembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 9 de Setiembre de 2021

**CÓDIGO INTERNO:** - **PROFUNDIDAD (m):** -  
**CANTERA:** La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado Fino  
**MUESTRA:** Agregado Fino **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

| DESCRIPCIÓN                | UNIDAD             | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
|----------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 10589    | 10604    | 10597    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 6768     | 6768     | 6768     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 3821     | 3836     | 3829     |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 2116.7   | 2116.7   | 2116.7   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.805    | 1.812    | 1.809    |

**PESO UNITARIO COMPACTADO:** 1.812 g./cm<sup>3</sup>

**PESO UNITARIO SUELTO**

| DESCRIPCIÓN                | UNIDAD             | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
|----------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | g.                 | 10007    | 10017    | 10012    |
| PESO DEL MOLDE             | g.                 | 6768     | 6768     | 6768     |
| PESO DE LA MUESTRA         | g.                 | 3239     | 3249     | 3244     |
| VOLUMEN DEL MOLDE          | cm <sup>3</sup>    | 2116.7   | 2116.7   | 2116.7   |
| DENSIDAD                   | g./cm <sup>3</sup> | 1.530    | 1.535    | 1.533    |

**PESO UNITARIO SUELTO:** 1.530 g./cm<sup>3</sup>

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



*Roger A. Tejeda Gutiérrez*  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



### DISEÑO DE MEZCLAS

**PROYECTO: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"**

**SOLICITA:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON

Página: 2 de 2  
F. Emisión: 11-09-2021

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

#### I) DOSIFICACION EN PESO POR M3

|         |         |     |
|---------|---------|-----|
| Cemento | : 390.9 | kg. |
| Arena   | : 711.0 | kg. |
| Grava   | : 922.4 | kg. |
| Agua    | : 230.4 | lt. |

#### II) DOSIFICACION EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO

|         |         |     |
|---------|---------|-----|
| Cemento | : 42.5  | kg. |
| Arena   | : 77.3  | kg. |
| Grava   | : 100.3 | kg. |
| Agua    | : 25.0  | lt. |

#### III) PROPORCION EN PESO POR BOLSA

|   |   |     |   |     |
|---|---|-----|---|-----|
| C | : | A   | : | G   |
| 1 | : | 1.8 | : | 2.4 |

#### IV) PROPORCION EN VOLUMEN SUELTO SECO POR PIE CUBICO POR BOLSA DE CEMENTO

|   |   |     |   |     |
|---|---|-----|---|-----|
| C | : | A   | : | G   |
| 1 | : | 1.8 | : | 2.6 |

#### RECOMENDACIONES

- 1.- El contenido de humedad por ser una propiedad de fase de los agregados debe ser verificado periódicamente.
- 2.- El agua de mezclado debe estar dentro de las especificaciones para concreto.
- 3.- Verificar revenimiento, al inicio de la fabricación y en forma periódica.



*Richard A. Legada Gutiérrez*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 64234



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
Teléfono: (054) 425320  
Celular: 958162586  
techlab.laboratorio@gmail.com



## DISEÑO DE MEZCLAS

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"

SOLICITA: RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON

Página: 1 de 2  
F. Emisión: 11 -09-2021

### 1.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

El concreto será para la construcción de las estructuras del proyecto

### 2.- ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

Resistencia a la compresión : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Relación agua/cemento : 0.55  
Revenimiento : 3"-4"  
Tamaño máximo de grava : 1"  
Cemento : 1P  
Exposición : Ambiente normal

### 3.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y VOLUMÉTRICAS DE LOS AGREGADOS

| DESCRIPCIÓN              | Agregado Fino | Agregado Grueso | Unidades           |
|--------------------------|---------------|-----------------|--------------------|
| Peso Específico SSS      | 2.57          | 2.63            | g./cm <sup>3</sup> |
| Contenido de Humedad     | 0.32          | 0.28            | %                  |
| Porcentaje de Absorción  | 1.53          | 1.00            | %                  |
| Peso Unitario Compactado | 1.81          | 1.51            | g./cm <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Suelto     | 1.53          | 1.38            | g./cm <sup>3</sup> |
| Módulo de Fineza         | 2.9           | -               |                    |
| Pasante Malla #200       | 5.8%          | -               |                    |
| Forma de Partículas      | Subredondeada | Angulosa        |                    |
| Cantera                  | La Poderosa   | La Poderosa     |                    |
| Agua                     | potable       | potable         |                    |

### 4.- CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

Cemento : Yura  
Tipo IP : IP  
Peso Específico : 2.86



*Ricardo A. Yeghiaz*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.A.P. N° 64214



### 5.- METODOLOGIA

Para el presente diseño se utilizará el método del ACI (211.1-84) y para la dosificación de agregados el método de Fuller el cual indica 47% de agregado fino y 53% de agregado grueso.

Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rövero  
Teléfono: (054) 425320  
Celular: 958162586  
techlab.laboratorio@gmail.com

### C.3. ROTURA DE PROBETAS



Rev. 01 - 03/2017  
**INFORME DE ENSAYO**  
**TL - EMC - 071 - 2021**

**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 7 de Diciembre de 2021  
 Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** martes, 23 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** martes, 7 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Fc (kg/cm2): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 23/11/2021  
 Fecha de Rotura: 7/12/2021 Código: 600 g/m3

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kg) | Esfuerzo a la<br>Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la<br>Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de<br>Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|
| A                 | 14                       | 101.9                     | 8156.3                                   | 197.5                | 24.2                                 | 246.9  | 3                |
| B                 | 14                       | 102.2                     | 8195.3                                   | 212.6                | 25.9                                 | 264.4  | 5                |
| C                 | 14                       | 102.4                     | 8235.5                                   | 212.3                | 25.8                                 | 262.8  | 2                |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones : Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



**Roger A. Tejeda Gutiérrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64E34



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 968162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com





## ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 8 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** miércoles, 24 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** miércoles, 8 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 24/11/2021

Fecha de Rotura: 8/12/2021

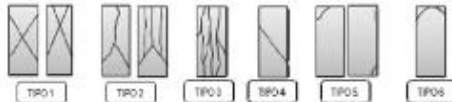
Código: 1200 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 14                       | 102.3                     | 8219.4                                   | 244.2                | 29.7                              | 302.8   | 3             |
| B                 | 14                       | 102.2                     | 8195.3                                   | 246.3                | 30.1                              | 306.4   | 5             |
| C                 | 14                       | 102.3                     | 8211.4                                   | 244.3                | 29.7                              | 303.2   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



Rogger A. Tejada Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión Nº 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
Teléfono: (054) 425320  
Celular: 958162596  
techlab.laboratorio@gmail.com

**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 16 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** jueves, 18 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 16 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 18/11/2021

Fecha de Rotura: 16/12/2021

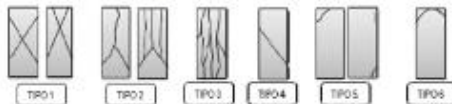
Código: Patrón

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 28                       | 102.7                     | 8283.8                                   | 285.7                | 34.5                              | 351.5   | 2             |
| B                 | 28                       | 102.2                     | 8195.3                                   | 270.5                | 33.0                              | 336.5   | 5             |
| C                 | 28                       | 102.2                     | 8203.4                                   | 332.8                | 40.6                              | 413.6   | 3             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



  
**Rogger A. Tejada Gutiérrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034-2015. CONCRETO

F. Emisión: 17 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** viernes, 19 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** viernes, 17 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 19/11/2021

Fecha de Rotura: 17/12/2021

Código: 300 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 28                       | 102.1                     | 8179.3                                   | 248.1                | 30.3                              | 309.2   | 3             |
| B                 | 28                       | 102.2                     | 8203.4                                   | 248.0                | 30.2                              | 308.1   | 3             |
| C                 | 28                       | 102.4                     | 8235.5                                   | 252.0                | 30.6                              | 311.9   | 3             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034-2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034-2015



Roger A. Tejada Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 968162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com

**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 20 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 22 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** lunes, 20 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

$f_c$  (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 22/11/2021

Fecha de Rotura: 20/12/2021

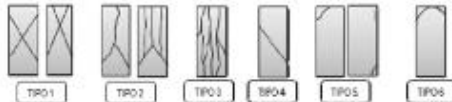
Código: 450 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 28                       | 101.9                     | 8147.3                                   | 276.4                | 33.9                              | 345.9   | 3             |
| B                 | 28                       | 101.6                     | 8099.3                                   | 260.1                | 32.1                              | 327.4   | 2             |
| C                 | 28                       | 102.2                     | 8203.4                                   | 273.8                | 33.4                              | 340.2   | 5             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



  
 Rogger A. Torda Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.E.P. N° 54234



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com





**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 21 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** martes, 23 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** martes, 21 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 23/11/2021

Fecha de Rotura: 21/12/2021

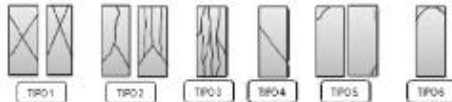
Código: 600 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 28                       | 101.8                     | 8139.3                                   | 270.2                | 33.2                              | 338.4   | 3             |
| B                 | 28                       | 102.5                     | 8243.5                                   | 262.4                | 31.8                              | 324.5   | 3             |
| C                 | 28                       | 102.1                     | 8179.3                                   | 280.9                | 34.3                              | 350.1   | 3             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones : Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



Rogger A. Tejada Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64634



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión Nº 245, Int. 1 – J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO  
TL - EMC - 076 - 2021****ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 22 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** miércoles, 24 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** miércoles, 22 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 24/11/2021

Fecha de Rotura: 22/12/2021

Código: 1200 gm3

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 28                       | 102.2                     | 8203.4                                   | 234.2                | 28.6                              | 291.0   | 3             |
| B                 | 28                       | 102.4                     | 8235.5                                   | 240.1                | 29.2                              | 297.2   | 3             |
| C                 | 28                       | 102.0                     | 8163.3                                   | 227.6                | 27.9                              | 284.2   | 5             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



**Roger A. Toledo Gutiérrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 94834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 426320  
 Celular: 988162686  
 techlab.laboratorio@gmail.com

**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 26 de Noviembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** jueves, 18 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** viernes, 26 de Noviembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

$f_c$  (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

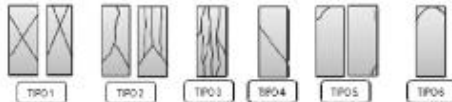
Fecha de Moldeo: 19/11/2021  
 Fecha de Rotura: 26/11/2021 Código: 300 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| E1                | 7                        | 102.3                     | 8211.4                                   | 157.8                | 19.2                              | 195.9   | 3             |
| E2                | 7                        | 101.7                     | 8123.3                                   | 154.5                | 19.0                              | 193.8   | 5             |
| E3                | 7                        | 102.4                     | 8235.5                                   | 179.5                | 21.8                              | 222.1   | 5             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia *in-situ* de los testigos hasta el recibo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca **TeconicsCP de 2000 kN** de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



**Roger A. Tjada Gutiérrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.A.P. N° 64234



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 26 de Noviembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** jueves, 18 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** viernes, 26 de Noviembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 18/11/2021  
 Fecha de Rotura: 26/11/2021 Código: Patrón

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| Patrón 1          | 8                        | 100.8                     | 7980.1                                   | 215.0                | 26.9                              | 274.6   | 3             |
| Patrón 2          | 8                        | 102.5                     | 8243.5                                   | 216.6                | 26.3                              | 267.9   | 3             |
| Patrón 3          | 8                        | 102.4                     | 8227.5                                   | 222.4                | 27.0                              | 275.5   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones : Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



Rogger A. Toledo Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 – J.L.B. y Rövero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162588  
 techlab.laboratorio@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 29 de Noviembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 22 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** lunes, 29 de Noviembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

$f_c$  (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 22/11/2021

Fecha de Rotura: 29/11/2021

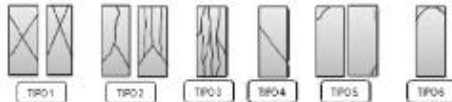
Código: 450 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 7                        | 103.2                     | 8364.7                                   | 201.1                | 24.0                              | 245.1   | 5             |
| B                 | 7                        | 102.2                     | 8203.4                                   | 209.2                | 25.5                              | 259.9   | 3             |
| C                 | 7                        | 102.9                     | 8308.0                                   | 206.1                | 24.8                              | 252.8   | 5             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones : Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



  
 Rogger A. Tapada Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64634



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO  
TL - EMC - 070 - 2021****ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 30 de Noviembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** martes, 23 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** martes, 30 de Noviembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 23/11/2021

Fecha de Rotura: 30/11/2021

Código: 600 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 7                        | 103.0                     | 8324.2                                   | 204.8                | 24.6                              | 250.8   | 3             |
| B                 | 7                        | 102.5                     | 8251.6                                   | 199.3                | 24.2                              | 246.2   | 5             |
| C                 | 7                        | 102.9                     | 8308.0                                   | 207.2                | 24.9                              | 254.3   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia *in-situ* de los testigos hasta el recibo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



*Roger A. Tapada Gutiérrez*  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. C.A.P. N° 64634



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



## ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 1 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** miércoles, 24 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** lunes, 1 de Noviembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 24/11/2021

Fecha de Rotura: 1/12/2021

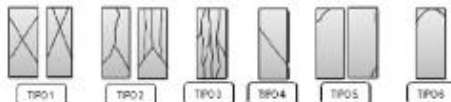
Código: 1200 gm3

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 7                        | 102.5                     | 8243.5                                   | 164.1                | 19.9                              | 202.9   | 3             |
| B                 | 7                        | 102.6                     | 8267.7                                   | 171.6                | 20.8                              | 211.5   | 5             |
| C                 | 7                        | 102.4                     | 8227.5                                   | 181.1                | 22.0                              | 224.3   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



**Rogger A. Tapada Gutiérrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64634



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



Rev. 01 - 03/2017

**INFORME DE ENSAYO  
TL - EMC - 071 - 2021****ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 2 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** miércoles, 24 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** jueves, 2 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 18/11/2021

Fecha de Rotura: 2/12/2021

Código: Patrón

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 14                       | 102.3                     | 8211.4                                   | 230.8                | 28.1                              | 286.6   | 3             |
| B                 | 14                       | 102.5                     | 8251.6                                   | 224.2                | 27.2                              | 277.0   | 5             |
| C                 | 14                       | 102.6                     | 8267.7                                   | 218.7                | 26.5                              | 269.7   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recibo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



**Roger A. Tejeda Guzmán**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com





**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 8 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** miércoles, 24 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** miércoles, 8 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 24/11/2021

Fecha de Rotura: 8/12/2021

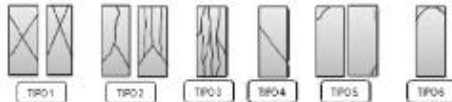
Código: 300 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 14                       | 102.3                     | 8219.4                                   | 244.2                | 29.7                              | 302.8   | 3             |
| B                 | 14                       | 102.2                     | 8195.3                                   | 246.3                | 30.1                              | 306.4   | 5             |
| C                 | 14                       | 102.3                     | 8211.4                                   | 244.3                | 29.7                              | 303.2   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones : Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



Roger A. Iyoda Guzmán  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162588  
 techlab.laboratorio@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

NTP 339.034.2015. CONCRETO

F. Emisión: 6 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021"  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** lunes, 22 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** lunes, 6 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Sector: -

Fecha de Moldeo: 22/11/2021

Fecha de Rotura: 6/12/2021

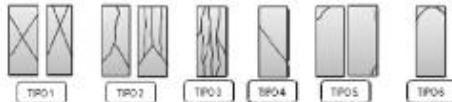
Código: 450 g/m<sup>3</sup>

| Código de Testigo | Edad de Ensayo<br>(Días) | Diámetro Promedio<br>(mm) | Área de la Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima<br>(kN) | Esfuerzo a la Compresión<br>(Mpa) | Esfuerzo a la Compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| A                 | 14                       | 102.6                     | 8267.7                                   | 235.9                | 28.5                              | 290.9   | 3             |
| B                 | 14                       | 102.1                     | 8187.3                                   | 223.8                | 27.3                              | 278.7   | 5             |
| C                 | 14                       | 102.3                     | 8211.4                                   | 236.4                | 28.8                              | 293.4   | 2             |

Defectos en el testigo: No presenta

Observaciones : Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio TechLab

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TécnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034.2015
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216.2016
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034.2015



Roger A. Tejada Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrón N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 958162588  
 techlab.laboratorio@gmail.com

## C.4. ROTURA DE VIGAS



Rev. 26 - 07/2021  
**INFORME DE ENSAYO**  
 TL - EMA - 093- 2021

### METODO DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS

MTC E 707-2000. TOMA DE NUCLEOS Y VIGAS EN CONCRETOS ENDURECIDOS

F. Emisión: 21 de Diciembre de 2021  
 Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021\*  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** martes, 23 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** martes, 21 de Diciembre de 2021

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS

Fecha de Moldeo: Elemento: VIGA  
 Fecha de Rotura: 21/12/2021 Código: 600 g/m3  
 Edad de Ensayo:

| Código de Viga | Largo completo (cm) | Ancho completo (cm) | Alto completo (cm) | Area (cm²) | Carga Máxima (kg) | Carga Máxima (Kn) | Esfuerzo Compresion (Área Bruta) (kg/cm2) |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|-------------------|---|
| 1              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00    | 2087.7            | 20.45             | 34.03                                     |
| 2              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00    | 1707.4            | 16.75             | 27.83                                     |
| 3              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00    | 1694.2            | 16.62             | 27.62                                     |

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada en el Laboratorio TechLab

  
 Roger A. Tejada Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 64834



Dirección: Av. Daniel Alcides Carrión N° 245, Int. 1 - J.L.B. y Rivero  
 Teléfono: (054) 425320  
 Celular: 968162586  
 techlab.laboratorio@gmail.com



**METODO DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**  
MTC E 707-2000. TOMA DE NUCLEOS Y VIGAS EN CONCRETOS ENDURECIDOS

F. Emisión: 16 de Diciembre de 2021  
Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021\*  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** Jueves, 18 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** Jueves, 16 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**

Fecha de Moldeo:  
Fecha de Rotura:  
Edad de Ensayo:

16/12/2021

Elemento: VIGA  
Código: 450 g/m<sup>3</sup>

| Código de Viga | Largo completo (cm) | Ancho completo (cm) | Alto completo (cm) | Area               | Carga Máxima | Carga Máxima | Esfuerzo Compresion (Área Bruta) |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|----------------------------------|
|                |                     |                     |                    | (cm <sup>2</sup> ) | (kg)         | (Kc)         | (kg/cm <sup>2</sup> )            |
| 1              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1382.3       | 15.02        | 25.96                            |
| 2              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1213.0       | 17.05        | 29.66                            |
| 3              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1795.2       | 17.04        | 29.31                            |

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada en el Laboratorio TechLab



*Roger A. Tapada González*  
**Roger A. Tapada González**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 64834





**METODO DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**  
MTC E 707-2000. TOMA DE NUCLEOS Y VIGAS EN CONCRETOS ENDURECIDOS

F. Emisión: 22 de Diciembre de 2021  
Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021\*  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** miércoles, 24 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** miércoles, 22 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**

Fecha de Moldeo: 22/12/2021  
Fecha de Rotura: 22/12/2021  
Edad de Ensayo: 22/12/2021  
Elemento: VIGA  
Código: 300 glm3

| Código de Viga | Largo completo (cm) | Ancho completo (cm) | Alto completo (cm) | Area               | Carga Máxima | Carga Máxima | Esfuerzo Compresión (Área Bruta) |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|----------------------------------|
|                |                     |                     |                    | (cm <sup>2</sup> ) | (kg)         | (Kg)         | (kg/cm <sup>2</sup> )            |
| 1              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1746.2       | 17.15        | 26.50                            |
| 2              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1594.3       | 15.64        | 25.99                            |
| 3              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1694.2       | 16.62        | 27.62                            |

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada en el Laboratorio TechLab



*Rogger A. Tejeda Gutiérrez*  
Rogger A. Tejeda Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.A.P. N° 64834







**METODO DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**

MTC E 707-2000. TOMA DE NUCLEOS Y VIGAS EN CONCRETOS ENDURECIDOS

F. Emisión: 16 de Diciembre de 2021  
Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021\*  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** Jueves, 18 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** Jueves, 16 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**

Fecha de Moldeo: 16/12/2021  
Fecha de Rotura:  
Edad de Ensayo:

Elemento: VIGA  
Código: Patrón

| Código de Viga | Largo completo (cm) | Ancho completo (cm) | Alto completo (cm) | Area               | Carga Máxima | Carga Máxima | Esfuerzo Compresion (Área Bruta) |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|----------------------------------|
|                |                     |                     |                    | (cm <sup>2</sup> ) | (kg)         | (kg)         | (kg/cm <sup>2</sup> )            |
| 1              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1777.6       | 17.44        | 26.96                            |
| 2              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1561.2       | 15.01        | 25.94                            |
| 3              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1565.1       | 15.35        | 25.84                            |

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada en el Laboratorio TechLab.

Roger A. Tijada Cornejo  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.A.P. N° 64634





**METODO DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**  
MTC E 707-2000. TOMA DE NUCLEOS Y VIGAS EN CONCRETOS ENDURECIDOS

F. Emisión: 17 de Diciembre de 2021  
Página: 1 de 1

**SOLICITANTE:** RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON  
**DIRECCIÓN:** -  
**PROYECTO:** COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2, PROVINCIA Y REGION AREQUIPA-2021\*  
**UBICACIÓN:** AREQUIPA  
**RECEPCIONADO:** viernes, 19 de Noviembre de 2021  
**ANALIZADO:** viernes, 17 de Diciembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA, ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS**

Fecha de Moldeo:  
Fecha de Rotura:  
Edad de Ensayo:

17/12/2021

Elemento: VIGA  
Código: 1200 g/m<sup>3</sup>

| Código de Viga | Largo completo (cm) | Ancho completo (cm) | Alto completo (cm) | Área               | Carga Máxima | Carga Máxima | Esfuerzo Compresión (Área Bruta) |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|----------------------------------|
|                |                     |                     |                    | (cm <sup>2</sup> ) | (kg)         | (kg)         | (kg/cm <sup>2</sup> )            |
| 1              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1670.7       | 16.41        | 30.59                            |
| 2              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1704.9       | 17.51        | 29.10                            |
| 3              | 70.0                | 15.0                | 15.0               | 1050.00            | 1865.7       | 19.46        | 32.37                            |

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada en el Laboratorio TechLab.



Rogger A. Tapada Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.A.P. N° 64234



## D. Certificados de Calibración

### D.1. ROTURA DE VIGAS



Laboratorio de Metrología

Página 2 de 4

#### 1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Instituto Nacional de Calidad-INACAL.

#### 2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

##### BALANZA ELECTRÓNICA

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| Marca          | : PATRICK            |
| Modelo         | : 0                  |
| Serie          | : 147                |
| Indicación     | : Digital            |
| Capacidad      | : 30000 g.           |
| Sensibilidad   | : 1 g.               |
| Procedencia    | : CHINA              |
| Identificación | :                    |
| Ubicación      | : ARSOU GROUP S.A.C. |

#### 3.- PATRONES

Con certificaciones de Calibración 0313-MPES-2018, MPES-2018-Pesas (1GRA A 1kg, 5 kg, 10 kg y 20 kg) con trazabilidad al Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Calibración-INACAL. Laboratorio Acreditado con registro N° LC – 20.

#### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

|       |  |
|-------|--|
| Fecha | : 2022-05-02                                       |
| Lugar | : Instalaciones del laboratorio ARSOU GROUP S.A.C. |

#### 5.- METODO DE CALIBRACION.

Calibración efectuada según norma metrológica NMP 003-1996 y procedimiento PC-011 4ta. Ed. 2011, "Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II", del Instituto Nacional de Calidad-INACAL.

#### 6.- INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1g. + 0.0003$

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 138951

#### 7.- CONDICIONES AMBIENTALES

Asoc. de Vivienda Las Flores de San Diego  
Mz C Lote 01 (Grifo Repsol de San Diego)  
Lima - Lima - San Martín de Porres  
Telf: (01) 301-1680 / (01) 496-8887 / 925151437 / 928196793  
E-mail: ventas@arsougroup.com





**Arsou Group**  
Temperatura Inicial : 18.2 °C  
Temperatura Final : 17.5 °C  
Humedad Relativa : 70%

Laboratorio de Metrología

Página 3 de 4

#### 8.- RESULTADOS

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.
- Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el número de certificado.

#### 8.1. INSPECCION VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación



Ing. Hugo Luis Arévalo Camica  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 138951

#### 10.- CALIBRACIÓN

Cliente: TECHLAB INGENIERIA GEOTECNICA

Balanza Electrónica Digital PATRICK, Capacidad 30000 g. x 1g.

Asoc. de Vivienda Las Flores de San Diego

Mz C Lote 01 (Grifo Repsol de San Diego)

Lima - Lima - San Martín de Porres

Tel: (01) 301-1680 / (01) 496-8887 / 925151437 / 928196793

E-mail: ventas@arsougroup.com



**Arsou Group**  
Identificación:

Laboratorio de Metrología

Página 4 de 4

Balanza Electrónica Clase II, Sensibilidad de Verificación 1g.

| Nro | Carga LI= 15000 |        |       |
|-----|-----------------|--------|-------|
|     | l (g)           | AL (g) | E (g) |
| 1   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 2   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 3   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 4   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 5   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 6   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 7   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 8   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 9   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 10  | 15000.0         | 0      | 0     |

| Nro | Carga LI= 30000 |        |       |
|-----|-----------------|--------|-------|
|     | l (g)           | AL (g) | E (g) |
| 1   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 2   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 3   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 4   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 5   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 6   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 7   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 8   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 9   | 15000.0         | 0      | 0     |
| 10  | 15000.0         | 0      | 0     |

| CARGA | DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA (g) | ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES (g) |
|-------|----------------------------------|---------------------------------|
| 15000 | 0                                | 1                               |
| 30000 | 0                                | 2                               |

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

| Posic. Carga | Determinación de error corregido Eo |       |        |       |
|--------------|-------------------------------------|-------|--------|-------|
|              | Carga Min.                          | l (g) | AL (g) | E (g) |
| 1            | 1                                   | 0     | 0      | 0     |
| 2            | 1                                   | 0     | 0      | 0     |
| 3            | 1                                   | 0     | 0      | 0     |
| 4            | 1                                   | 0     | 0      | 0     |
| 5            | 1                                   | 0     | 0      | 0     |

| Carga L(g) | Determinación de error corregido Eo |        |       |       | e.m.p + (g) |
|------------|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------------|
|            | l (g)                               | AL (g) | E (g) | Ec(g) |             |
| 500        | 0                                   | 0      | 0     | 0     | 1           |
| 500        | 0                                   | 0      | 0     | 0     | 1           |
| 500        | 0                                   | 0      | 0     | 0     | 1           |
| 500        | 0                                   | 0      | 0     | 0     | 1           |

**ENSAYO DE PESAJE**

| Carga L(g) | CRECIENTES |        |       |       |
|------------|------------|--------|-------|-------|
|            | l (g)      | AL (g) | E (g) | Ec(g) |
| 10         | 10         | 0      | 0     | 0     |
| 20         | 20         | 0      | 0     | 0     |
| 50         | 50         | 0      | 0     | 0     |
| 100        | 100        | 0      | 0     | 0     |
| 500        | 500        | 0      | 0     | 0     |
| 1000       | 1000       | 0      | 0     | 0     |
| 1500       | 1500       | 0      | 0     | 0     |
| 3000       | 3000       | 0      | 0     | 0     |
| 5000       | 5000       | 0      | 0     | 0     |
| 10000      | 10000      | 0      | 0     | 0     |
| 15000      | 15000      | 0      | 0     | 0     |
| 30000      | 30000      | 0      | 0     | 0     |

| Carga L(g) | CRECIENTES |        |       |       | e.m.p. |
|------------|------------|--------|-------|-------|--------|
|            | l (g)      | AL (g) | E (g) | Ec(g) |        |
| 10         | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 20         | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 50         | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 100        | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 500        | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 1000       | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 1500       | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 3000       | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 5000       | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 10000      | 0          | 0      | 0     | 0     | 1      |
| 15000      | 0          | 0      | 0     | 0     | 2      |
| 30000      | 0          | 0      | 0     | 0     | 2      |



Ing. Hugo Luis Arévalo Camica  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 538951

Asoc. de Vivienda Las Flores de San Diego  
Mz C Lote 01 (Grifo Repsol de San Diego)  
Lima - Lima - San Martín de Porres  
Telf: (01) 301-1680 / (01) 496-8887 / 925151437 / 928196793  
E-mail: ventas@arsougroup.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

N° L0719015

### BALANZA ELECTRÓNICA

**CLIENTE** : TECHLAB INGENIERIA GEOTECNICA E.I.R.L.  
**DIRECCION** : DIRECCIÓN: AV. DANIEL ALCIDES CARRIÓN N° 245,  
INT. 1 – J.L.B. Y RIVERO  
**LUGAR** : LIMA-LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

Marca : PATRICK  
Modelo : 0  
Serie : 147  
Indicación : Digital  
Capacidad : 30000 g.  
Procedencia : CHINA  
Identificación : 0  
Ubicación : ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de emisión:





Lima, 02 de Mayo del 2022



Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 138951

Asoc. de Vivienda Las Flores de San Diego  
Mz C Lote 01 (Grifo Repsol de San Diego)  
Lima - Lima - San Martín de Porres  
Telf: (01) 301-1680 / (01) 496-8887 / 925151437 / 928196793  
E-mail: ventas@arsougroup.com

## D.2. CALIBRACIÓN PRENSA

|    |   | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN<br>N° 1775-264-2021 |  | Página 1 de 3 |  |
|---|---|--|--|---------------|--|
| <b>Arsou Group</b><br>Laboratorio de Metrología   |   |  |  |               |  |
| Fecha de emisión  | 2021/12/03  |  |  |               |  |
| Solicitante   | TEJADA CONTRATISTAS E.I.R.L.  |  |  |               |  |
| Dirección   | AV. DANIEL ALCIDES CARRION NRO. 245 INT. 1 (2 TERRENOS ANTES DEL CLUB HURACAN) AREQUIPA - AREQUIPA - JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO  |  |  |               |  |
| Instrumento de medición   | PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO   |  |  |               |  |
| Identificación  | 1775-264-2021   |  |  |               |  |
| Marca   | A & A INSTRUMENTS   |  |  |               |  |
| Modelo  | STYE-2000   |  |  |               |  |
| Serie   | 161150  |  |  |               |  |
| Capacidad   | 2000 KN   |  |  |               |  |
| Indicador   | DIGITAL   |  |  |               |  |
| Serie   | NO INDICA   |  |  |               |  |
| Bomba   | ELECTRICA   |  |  |               |  |
| Procedencia   | CHINA   |  |  |               |  |
| Lugar de calibración  | LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C  |  |  |               |  |
| Fecha de calibración  | 2021/12/03  |  |  |               |  |
| Método/Procedimiento de calibración   | El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas. |  |  |               |  |
| <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> |   |  |  |               |  |
| <br>   |   |  |  |               |  |
| <b>ARSOU GROUP S.A.C.</b><br>Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú<br>Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437<br>ventas@arsougroup.com<br>www.arsougroup.com   |   |  |  |               |  |
| <br><b>ARSOU GROUP S.A.C</b><br>Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica<br>METROLOGÍA   |   |  |  |               |  |



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad                   | Patrón Utilizado         | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de PUCP | Celda de Carga de 100 TN | INF-LE N° 175-21           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                    |                  |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 18,3 °C   | Final: 18,0 °C   |
| Humedad Relativa      | Inicial: 87 %hr    | Final: 87 %hr    |
| Presión Atmosférica   | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

| SISTEMA<br>DIGITAL<br>"A"<br>kn | SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg) |                 |            |                | PROMEDIO<br>"B"<br>kN | ERROR<br>Ep<br>% | RPTBLD<br>Rp<br>% |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------|----------------|-----------------------|------------------|-------------------|
|                                 | SERIE (1)<br>kn                     | SERIE (2)<br>kn | ERROR<br>% | ERROR (2)<br>% |                       |                  |                   |
| 100                             | 100.2                               | 100.8           | 0.20       | 0.8            | 100.5                 | 0.5              | 0.42              |
| 200                             | 200.14                              | 200.7           | 0.07       | 0.35           | 200.4                 | 0.21             | 0.20              |
| 300                             | 301.3                               | 300.62          | 0.43       | 0.21           | 301.0                 | 0.32             | 0.16              |
| 400                             | 402.11                              | 399.14          | 0.53       | -0.22          | 400.6                 | 0.16             | 0.52              |
| 500                             | 504.11                              | 500.14          | 0.82       | 0.03           | 502.1                 | 0.43             | 0.56              |
| 600                             | 604.12                              | 601.9           | 0.69       | 0.32           | 603.0                 | 0.50             | 0.26              |
| 700                             | 700.56                              | 705.14          | 0.08       | 0.73           | 702.9                 | 0.41             | 0.46              |
| 800                             | 800.63                              | 802.14          | 0.08       | 0.27           | 801.4                 | 0.17             | 0.13              |

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
 METROLOGÍA

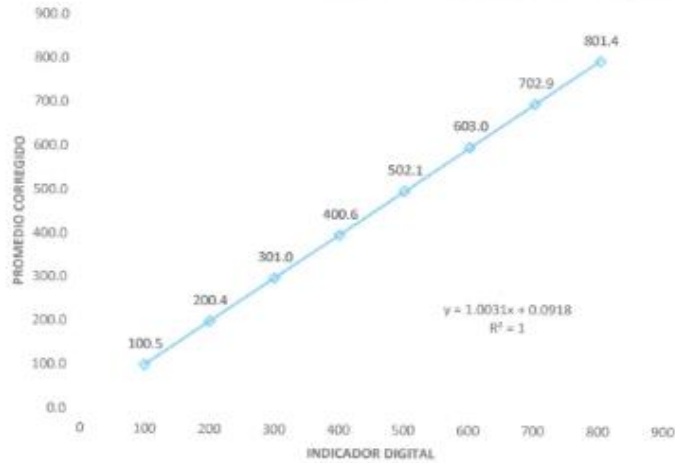


**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1.0031x + 0.0918$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kn)

Y : fuerza promedio (kn)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



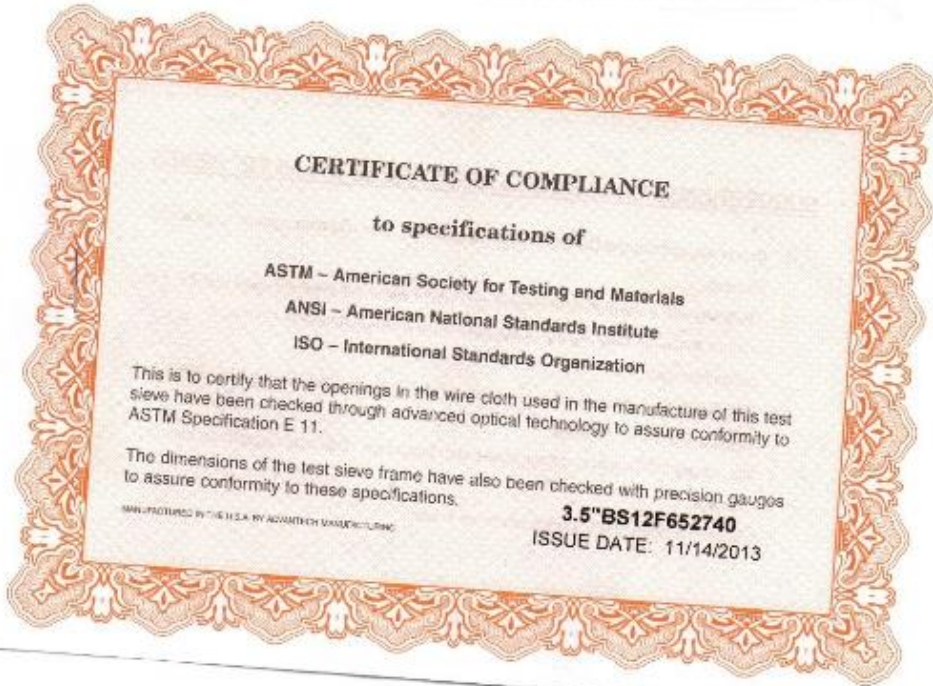
### D.3. SERIE TAMICES ABERTURA GRAVA





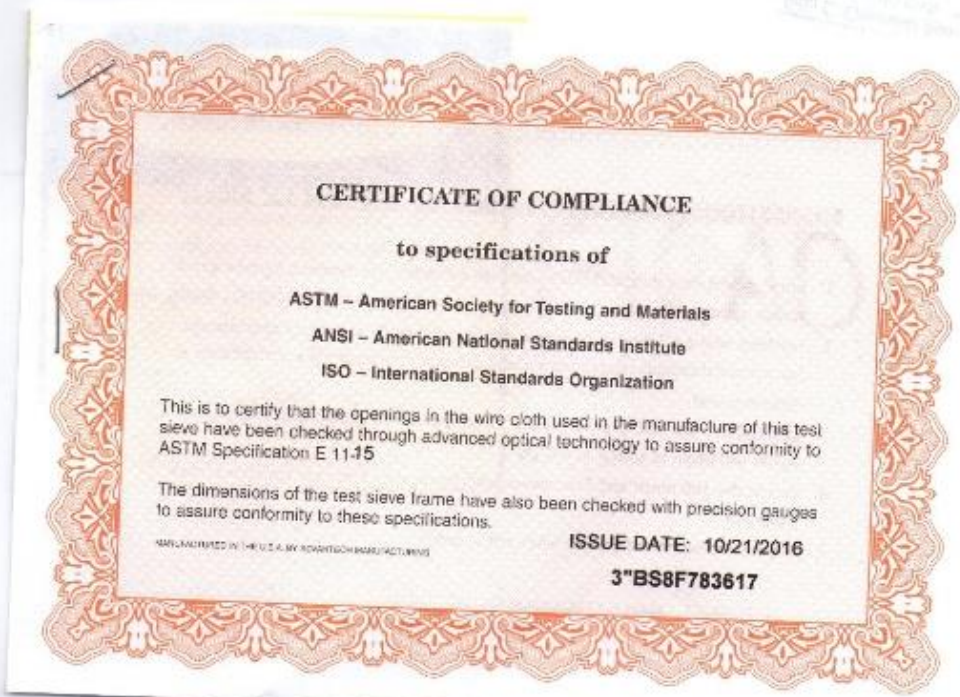




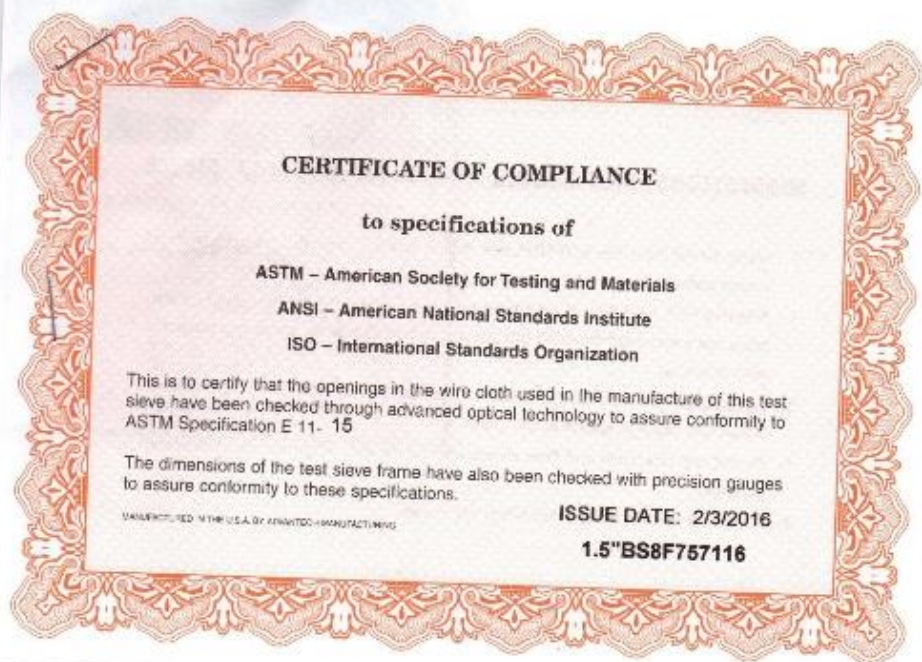
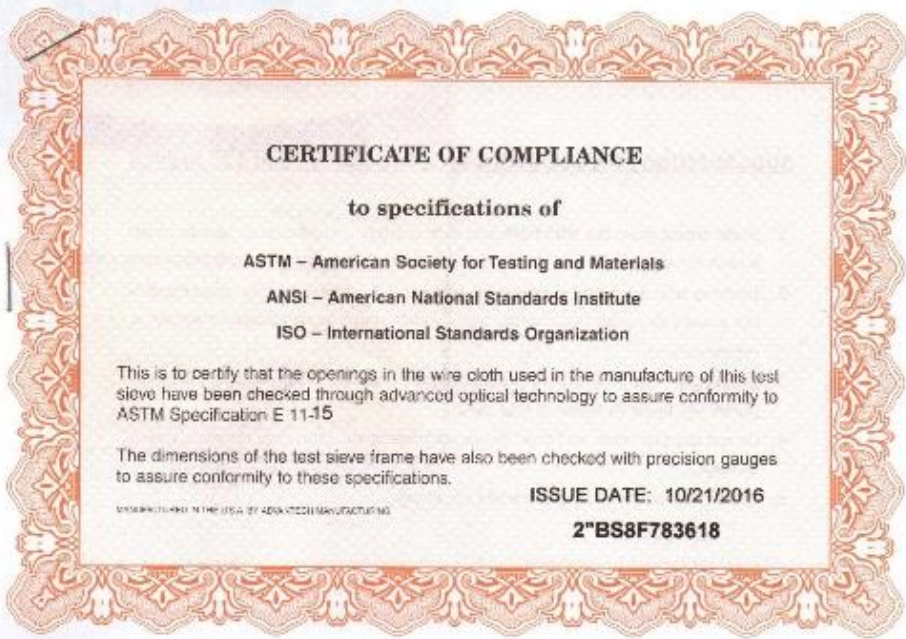






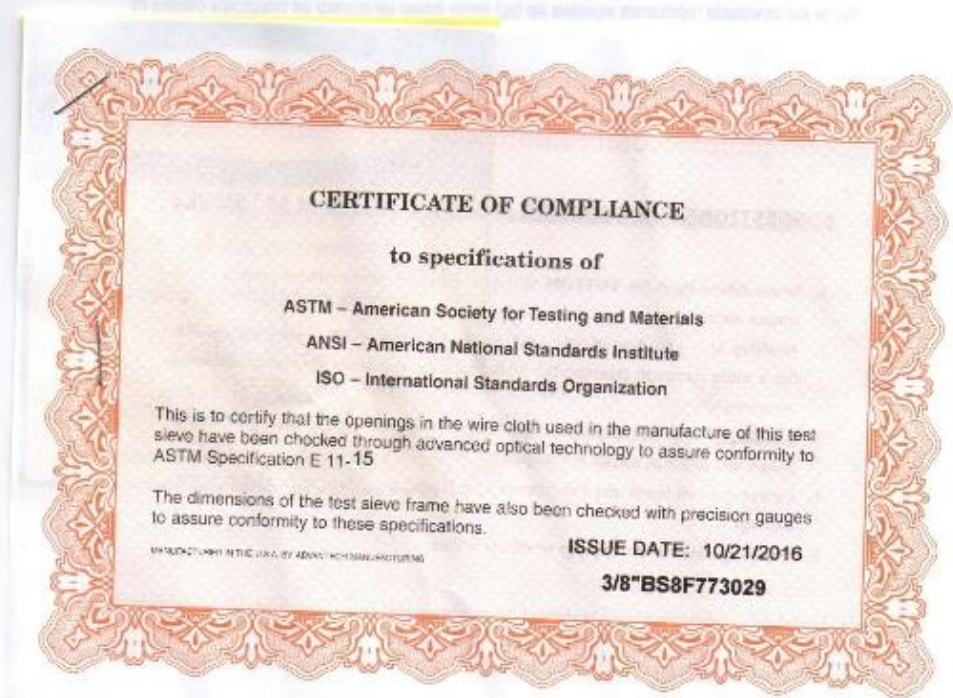












## D.4. SERIE TAMICES ABERTURA ARENA



















**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11-15

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTEC MANUFACTURING

**ISSUE DATE: 10/21/2016**

**200BS8F771097**

## D.5. SERIE TAMICES DE LAVADO



## E. Ficha Validación de Instrumentos

### E. Ficha Validación de Instrumentos

#### I. DATOS GENERALES

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Apellidos y nombres del experto: | DIAZ OJEDA ALEJANDRO NESTOR   |
| Nro de registro CIP:             | 75480   |
| Especialidad:                    | ING. CIVIL  |
| Autor del instrumento:           | RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON   |
| Instrumentos de Evaluación:      | Análisis Granulométrico por tamizado, Peso Unitario Compactado, Peso Unitario Suelto, Contenido de Humedad, Peso Específico, Gravedad Específica, Diseño de Mezcla, Resistencia a Compresión, Resistencia a Flexión, Asentamiento |

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1)      DEFICIENTE (2)      ACEPTABLE (3)      BUENA (4)      EXCELENTE (5)

| CRITERIOS       | INDICADORES  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|
| CLARIDAD        | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales  |   |   | X |   |   |
| OBJETIVIDAD     | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable. CONCRETO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales  |   |   |   | X |   |
| ACTUALIDAD      | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable. CONCRETO   |   |   | X |   |   |
| ORGANIZACIÓN    | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación |   |   | X |   |   |
| SUFICIENCIA     | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores  |   |   |   |   | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio   |   |   | X |   |   |
| CONSISTENCIA    | La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación   |   |   |   | X |   |
| COHERENCIA      | Los ítems del instrumento expresen relación con los indicadores de cada dimensión de la variable. CONCRETO   |   |   | X |   |   |
| METODOLOGÍA     | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación   |   |   | X |   |   |
| PERTINENCIA     | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento   |   |   |   |   | X |
| PUNTAJE TOTAL:  |  |   |   |   |   |   |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera el instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

|  |
|--|
|  |
|--|

PROMEDIO DE VALORACIÓN

Arequipa, 20 de febrero de 2023


  
 Alejandro N. Díaz Ojeda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 75480

## E. Ficha Validación de Instrumentos

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ELSON HOWER V. QUINTANILLA ANYAIPOMA  
 Nro de registro CIP: 66284  
 Especialidad: ING. CIVIL.

Autor del Instrumento: RICHARD WILLIAM HEREDIA LOBON.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Instrumentos de Evaluación: | Análisis Granulométrico por tamizado, Peso Unitario Compactado, Peso Unitario Suelto, Contenido de Humedad, Peso Específico, Gravedad Específica, Disco de Mezcla, Resistencia a Compresión, Resistencia a Flexión, Asentamiento |
|-----------------------------|--|

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1)      DEFICIENTE (2)      ACEPTABLE (3)      BUENA (4)      EXCELENTE (5)

| CRITERIOS       | INDICADORES  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|
| CLARIDAD        | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales  |   |   | X |   |   |
| OBJETIVIDAD     | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: CONCRETO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales  |   |   |   | X |   |
| ACTUALIDAD      | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: CONCRETO   |   |   |   | X |   |
| ORGANIZACIÓN    | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación |   |   |   | X |   |
| SUFICIENCIA     | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores  |   |   |   |   | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio   |   |   |   | X |   |
| CONSISTENCIA    | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación   |   |   |   |   | X |
| COHERENCIA      | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CONCRETO   |   |   |   | X |   |
| METODOLOGÍA     | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación   |   |   |   | X |   |
| PERTINENCIA     | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento   |   |   |   |   | X |
| PUNTAJE TOTAL   |  |   |   |   |   |   |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN

Arequipa, 20 de febrero de 2023



*Elson Hower V. Quintanilla Anyaipoma*  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 66284



## E. Ficha Validación de Instrumentos

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Tejada Gutierrez Roger Angel

Nro de registro CIP: 64834

Especialidad: Ingeniero Civil

Autor del instrumento: Richard William Heredia Lobon

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Instrumentos de Evaluación: | Análisis Granulométrico por tamizado, Peso Unitario Compactado, Peso Unitario Suelto, Contenido de Humedad, Peso Especifico, Gravedad Especifica, Diseño de Mezcla, Resistencia a Compresión, Resistencia a Flexión, Asentamiento |
|-----------------------------|---|

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1)      DEFICIENTE (2)      ACEPTABLE (3)      BUENA (4)      EXCELENTE (5)

| CRITERIOS       | INDICADORES   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
|-----------------|---|---|---|---|---|----|
| CLARIDAD        | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales   |   |   |   |   | X  |
| OBJETIVIDAD     | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: CONCRETO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales   |   |   |   |   | X  |
| ACTUALIDAD      | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: CONCRETO  |   |   |   |   | X  |
| ORGANIZACIÓN    | Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación |   |   |   | X |    |
| SUFICIENCIA     | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores   |   |   |   |   | X  |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio  |   |   |   | X |    |
| CONSISTENCIA    | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación  |   |   |   | X |    |
| COHERENCIA      | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CONCRETO  |   |   |   |   | X  |
| METODOLOGÍA     | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación  |   |   |   |   | X  |
| PERTINENCIA     | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento  |   |   |   |   | X  |
| PUNTAJE TOTAL   |   |   |   |   |   | 43 |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Buena aplicación de métodos

PROMEDIO DE VALORACIÓN

Arequipa, 16 de febrero de 2023

  
 Roger Angel Tejada Gutierrez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP- 64834