

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**TESIS**

INCORPORACIÓN DE LAS FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO  
EN FRÍO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN EL CASCO  
URBANO DE ABANCAY, 2020.

Presentado por:

**BACH. EDER QUISPE CENTENO**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Abancay – Apurímac – Perú**

**2022**

## **Tesis**

Incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío en el comportamiento de las propiedades del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

### **Línea de investigación:**

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

### **Asesor:**

Mg. Fredy Quispe Ferrel



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INCORPORACIÓN DE LAS FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE  
TREFILADO EN FRÍO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES  
DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN EL CASCO  
URBANO DE ABANCAY, 2020.**

Presentado por el **BACH. EDER QUISPE CENTENO**, para optar el Título  
Profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Sustentando y aprobado el **9 de febrero del 2022** ante el jurado:

**Presidente:** Mg. Calixto Cañari Otero

**Primer Miembro:** PhD. Abbon Alex Vásquez Ramírez

**Segundo Miembro:** Ing. Mauro Samuel Altamirano Camacho

**Asesor:** Mg. Fredy Quispe Ferrell

## **Dedicatoria**

A mi padre Semi3n Quispe Huam3n, mi madre Juana Centeno Quispe, mis abuelos y a Dios, porque sin ellos no habr3a sido posible de cumplir mi sue1o personal.

Como tambi3n, a mis hermanos, sobrinos, cu1ados y mis familiares, por su motivaci3n permanente.

## **Agradecimiento**

A mi señora madre Juana Centeno Quispe, mi padre Semión Quispe Huamán y mi abuelito Julio Quispe, por haberme dado la oportunidad para lograr mi sueño de ser ingeniero civil.

A mis hermanos, hermanas, sobrinos, cuñados y mis familiares, por estar presente y pendiente de mi educación universitaria.

A mi asesor de tesis Mg. Ing. Fredy Quispe Ferrel, por su apoyo y motivación durante proceso de investigación.

## Índice de contenidos

|   |       |
|---|-------|
| Portada .....                               | i     |
| Post Portada .....                          | ii    |
| Página de jurados.....                      | iii   |
| Dedicatoria.....                            | iv    |
| Agradecimiento .....                        | v     |
| Índice de contenidos .....                  | vi    |
| Índice de tablas .....                      | x     |
| Índice de figuras .....                     | xiii  |
| Abreviaturas de términos.....               | xvi   |
| Resumen .....                               | xvii  |
| Abstract.....                               | xviii |
| Introducción.....                           | xix   |
| Capítulo I.....                             | 1     |
| Planteamiento del problema .....            | 1     |
| 1.1 Realidad problemática .....             | 1     |
| 1.2 Planteamiento del problema.....         | 2     |
| 1.2.1 Formulación de problemas.....         | 2     |
| 1.2.2 Problema general .....                | 2     |
| 1.2.3 Problemas específicos.....            | 3     |
| 1.3 Justificación de la investigación ..... | 3     |
| 1.4 Objetivos de la investigación.....      | 4     |

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| 1.4.1              | Objetivo general.....  | 4  |
| 1.4.2              | Objetivos específicos .....  | 4  |
| 1.5                | Delimitación de la investigación.....                              | 4  |
| 1.5.1              | Espacial.....  | 4  |
| 1.5.2              | Temporal.....  | 5  |
| 1.5.3              | Social .....   | 5  |
| 1.5.4              | Conceptual .....   | 5  |
| 1.6                | Viabilidad de la investigación.....                                | 5  |
| 1.7                | Limitaciones.....  | 5  |
| Capítulo II.....   |  | 6  |
| Marco teórico..... |  | 6  |
| 2.1                | Antecedentes de investigación.....                                 | 6  |
| 2.1.1              | A nivel internacional.....   | 6  |
| 2.1.2              | A nivel nacional .....   | 9  |
| 2.1.3              | A nivel regional y local.....                                      | 12 |
| 2.2                | Bases teóricas.....  | 13 |
| 2.2.1              | Influencia fibras de acero.....                                    | 13 |
| 2.2.1.1            | Concreto reforzado con fibras de acero .....                       | 13 |
| 2.2.2              | Concepto fibras de acero.....                                      | 14 |
| 2.2.3              | Procedimiento para determinar características del agregado.....    | 22 |
| 2.2.4              | Procedimiento para determinar el comportamiento del concreto ..... | 22 |
| 2.3                | Marco conceptual.....  | 26 |

|   |    |
|---|----|
| Capítulo III .....  | 28 |
| Metodología de investigación.....   | 28 |
| 3.1 Hipótesis .....   | 28 |
| 3.1.1 Hipótesis general.....  | 28 |
| 3.1.2 Hipótesis específicas.....  | 28 |
| 3.2 Método .....  | 29 |
| 3.3 Tipo de investigación.....  | 29 |
| 3.4 Nivel de investigación .....  | 29 |
| 3.5 Diseño de investigación .....   | 30 |
| 3.6 Operacionalización de variables .....   | 30 |
| 3.6.1 Operación de las variables .....  | 31 |
| 3.7 Población, muestra y muestreo .....   | 32 |
| 3.7.1 Población .....   | 32 |
| 3.7.2 Muestra .....   | 32 |
| 3.8 Técnicas e instrumentos.....  | 33 |
| 3.8.1 Técnicas .....  | 33 |
| 3.8.2 Instrumentos.....   | 33 |
| 3.9 Consideraciones éticas .....  | 34 |
| 3.10 Procesamiento estadístico .....  | 34 |
| 3.10.1 Prueba de hipótesis .....  | 35 |
| 3.10.2 Método t-student para prueba de hipótesis de dos medias para $30 < n < 37$ | 37 |
| Capítulo IV .....   | 38 |

|   |     |
|---|-----|
| Resultados y discusión .....  | 38  |
| 4.1 Resultados .....  | 38  |
| 4.1.1 Características de los agregados .....                                | 38  |
| 4.1.2 Diseño de mezcla del concreto .....                                   | 46  |
| 4.1.3 Resultado de objetivo específico 1 .....                              | 55  |
| 4.1.4 Resultado de objetivo específico 2 .....                              | 61  |
| 4.1.5 Análisis de precios unitarios por 1 m <sup>3</sup> del concreto ..... | 82  |
| 4.2 Discusión de resultados .....   | 86  |
| 4.3 Prueba de hipótesis .....   | 88  |
| 4.3.1 Prueba de hipótesis específica 1 .....                                | 88  |
| 4.3.2 Prueba de hipótesis específica 2 .....                                | 91  |
| Conclusiones.....   | 95  |
| Recomendaciones .....   | 97  |
| Referencias bibliográficas .....  | 98  |
| ANEXOS .....  | 105 |

## Índice de tablas

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Tabla 1</b>  | Resultado de revenimiento del concreto.....                     | 12 |
| <b>Tabla 2</b>  | Resultado de módulo rotura del concreto .....                   | 12 |
| <b>Tabla 3</b>  | Edades de prueba y tolerancias permisibles .....                | 24 |
| <b>Tabla 4</b>  | Operación de las variables .....                                | 31 |
| <b>Tabla 5</b>  | Cantidad de especímenes.....                                    | 32 |
| <b>Tabla 6</b>  | Instrumentos utilizados para registro de datos .....            | 34 |
| <b>Tabla 7</b>  | Límites de porcentajes que pasa áridos finos .....              | 38 |
| <b>Tabla 8</b>  | Análisis granulométrico de árido fino .....                     | 39 |
| <b>Tabla 9</b>  | Análisis granulométrico de árido grueso .....                   | 40 |
| <b>Tabla 10</b> | Peso unitario de árido fino.....                                | 42 |
| <b>Tabla 11</b> | Peso unitario de árido grueso.....                              | 43 |
| <b>Tabla 12</b> | Gravedad específica del agregado fino.....                      | 44 |
| <b>Tabla 13</b> | Gravedad específica de árido grueso .....                       | 45 |
| <b>Tabla 14</b> | Características de los áridos .....                             | 46 |
| <b>Tabla 15</b> | Características de cemento .....                                | 47 |
| <b>Tabla 16</b> | Características de diseño de la mezcla .....                    | 47 |
| <b>Tabla 17</b> | Diseño requerida $f'_{cr}$ .....                                | 47 |
| <b>Tabla 18</b> | Selección de revenimiento.....                                  | 48 |
| <b>Tabla 19</b> | Contenido de aire atrapado .....                                | 48 |
| <b>Tabla 20</b> | Cantidad de agua para la mezcla .....                           | 49 |
| <b>Tabla 21</b> | Relación $a/c$ .....  | 49 |
| <b>Tabla 22</b> | Volumen de árido grueso por unidad de volumen de concreto ..... | 50 |
| <b>Tabla 23</b> | Sumatoria de materiales sin árido fino .....                    | 51 |
| <b>Tabla 24</b> | Peso de la mezcla en condiciones secas .....                    | 51 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 25</b> Pesos de materiales por 1 m <sup>3</sup> de CP.....                      | 52 |
| <b>Tabla 26</b> Volumen de briquetas cilíndricas .....                                   | 53 |
| <b>Tabla 27</b> Volumen de viga prismática .....   | 53 |
| <b>Tabla 28</b> Cantidad de especímenes de concreto patrón .....                         | 53 |
| <b>Tabla 29</b> Pesos de materiales por 1 m <sup>3</sup> de CFA (1%).....                | 53 |
| <b>Tabla 30</b> Cantidad de muestras con fibras de acero 1% .....                        | 54 |
| <b>Tabla 31</b> Pesos de materiales por 1 m <sup>3</sup> del CFA (1.5%).....             | 54 |
| <b>Tabla 32</b> Cantidad de muestras con fibras de acero 1.5% .....                      | 54 |
| <b>Tabla 33</b> Pesos de materiales por 1 m <sup>3</sup> de CFA (2%).....                | 55 |
| <b>Tabla 34</b> Cantidad de especímenes con fibras de acero 2% .....                     | 55 |
| <b>Tabla 35</b> Resultado de revenimiento de la mezcla patrón .....                      | 56 |
| <b>Tabla 36</b> Resultado de revenimiento del CFA (1%).....                              | 57 |
| <b>Tabla 37</b> Resultado de revenimiento del CFA (1.5%).....                            | 58 |
| <b>Tabla 38</b> Resultado de revenimiento del CFA (2%).....                              | 59 |
| <b>Tabla 39</b> Resumen de los resultados de revenimiento de las muestras .....          | 60 |
| <b>Tabla 40</b> Resultado de resistencia a la compresión del CP .....                    | 62 |
| <b>Tabla 41</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1 %) .....             | 64 |
| <b>Tabla 42</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1.50 %) .....          | 66 |
| <b>Tabla 43</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (2 %) .....             | 68 |
| <b>Tabla 44</b> Resumen de los resultados de resistencia a la compresión.....            | 70 |
| <b>Tabla 45</b> Resultado de resistencia a la flexión del CP.....                        | 72 |
| <b>Tabla 46</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1%).....                  | 74 |
| <b>Tabla 47</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1.5%).....                | 76 |
| <b>Tabla 48</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (2%).....                  | 78 |
| <b>Tabla 49</b> Resumen de los resultados de resistencia a la flexión del concreto ..... | 80 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 50</b> Análisis de precios unitarios del CP .....   | 82 |
| <b>Tabla 51</b> Análisis de precios unitarios del CFA (1%) .....   | 83 |
| <b>Tabla 52</b> Análisis de precios unitarios del CFA (1.5%) .....                                       | 84 |
| <b>Tabla 53</b> Análisis de precios unitarios del CFA 2% .....   | 85 |
| <b>Tabla 54</b> Resumen de precios unitarios por 1 m <sup>3</sup> .....                                  | 86 |
| <b>Tabla 55</b> Valores estadísticos de asentamiento .....   | 88 |
| <b>Tabla 56</b> Resultado de la prueba de hipótesis específica 1 .....                                   | 90 |
| <b>Tabla 57</b> Valores estadísticos de resistencia a la compresión .....                                | 91 |
| <b>Tabla 58</b> Resultado de la prueba de hipótesis específica 2 de resistencia a la<br>compresión ..... | 91 |
| <b>Tabla 59</b> Valores estadísticos de resistencia a la flexión.....                                    | 93 |
| <b>Tabla 60</b> Resultado de la prueba de hipótesis específica 2 de rigidez a la flexión.                | 93 |
| <b>Tabla 61</b> Prueba de hipótesis específica 2 de rigidez a la flexión .....                           | 94 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Tipo I: Alambre estirado en frío .....                             | 17 |
| <b>Figura 2</b> Tipo II: Hoja Cortada.....   | 17 |
| <b>Figura 3</b> Tipo III: Extraído por fusión.....                                 | 18 |
| <b>Figura 4</b> Tipo IV: Fresado .....   | 18 |
| <b>Figura 5</b> Tipo V: Alambre estirado en frío modificado.....                   | 19 |
| <b>Figura 6</b> Proceso de trefilado de acero .....                                | 20 |
| <b>Figura 7</b> Equipo para medir revenimiento del concreto .....                  | 23 |
| <b>Figura 8</b> Diagrama apropiado para realizar prueba a flexión de viga .....    | 25 |
| <b>Figura 9</b> Prueba de hipótesis de dos colas .....                             | 35 |
| <b>Figura 10</b> Prueba de hipótesis una sola cola lado derecho .....              | 36 |
| <b>Figura 11</b> Prueba de hipótesis una sola cola lado izquierdo.....             | 36 |
| <b>Figura 12</b> Curva de análisis granulométrico de árido fino .....              | 40 |
| <b>Figura 13</b> Curva de análisis granulométrico de árido grueso.....             | 41 |
| <b>Figura 14</b> SikaFiber CHO80/60NB .....  | 46 |
| <b>Figura 15</b> Resultado de revenimiento del CP .....                            | 56 |
| <b>Figura 16</b> Verificación de revenimiento de concreto patrón .....             | 57 |
| <b>Figura 17</b> Resultado de revenimiento del CFA (1%).....                       | 58 |
| <b>Figura 18</b> Resultado de revenimiento del CFA (1.5%).....                     | 59 |
| <b>Figura 19</b> Resultado de revenimiento del CFA (2%).....                       | 60 |
| <b>Figura 20</b> Resumen de los resultados de revenimiento de las muestras.....    | 61 |
| <b>Figura 21</b> Resultado de resistencia a la compresión del CP.....              | 63 |
| <b>Figura 22</b> Resultado de resistencia a la compresión del concreto patrón..... | 63 |
| <b>Figura 23</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1 %).....       | 65 |
| <b>Figura 24</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1%).....        | 65 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 25</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1.50 %)       | 67  |
| <b>Figura 26</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1.50 %)       | 67  |
| <b>Figura 27</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (2 %)          | 69  |
| <b>Figura 28</b> Resultado de resistencia a la compresión del CFA (2 %)          | 69  |
| <b>Figura 29</b> Resumen de los resultados de resistencia a la compresión        | 71  |
| <b>Figura 30</b> Resumen de los resultados de resistencia a la compresión        | 71  |
| <b>Figura 31</b> Resultado de resistencia a la flexión del CP                    | 73  |
| <b>Figura 32</b> Resultado de resistencia a la flexión del CP                    | 73  |
| <b>Figura 33</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1%)              | 75  |
| <b>Figura 34</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1%)              | 75  |
| <b>Figura 35</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1.5%)            | 77  |
| <b>Figura 36</b> Resistencia a la flexión del CFA (1.5%)                         | 77  |
| <b>Figura 37</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (2%)              | 79  |
| <b>Figura 38</b> Resultado de resistencia a la flexión del CFA (2%)              | 79  |
| <b>Figura 39</b> Resumen de los resultados de resistencia a la flexión           | 81  |
| <b>Figura 40</b> Comparación de los resultados de ensayo a la flexión            | 81  |
| <b>Figura 41</b> Prueba de hipótesis específica 1 en estado fresco del concreto  | 90  |
| <b>Figura 42</b> Prueba de hipótesis específica 2 de resistencia a la compresión | 92  |
| <b>Figura 43</b> Extracción de agregado grueso en cantera el pedregal            | 107 |
| <b>Figura 44</b> Extracción de agregado fino en Cantera Ballón                   | 108 |
| <b>Figura 45</b> Cuarteo del árido fino  | 108 |
| <b>Figura 46</b> Cuarteo del árido grueso  | 109 |
| <b>Figura 47</b> Granulometría de árido grueso                                   | 109 |
| <b>Figura 48</b> Granulometría del árido fino                                    | 110 |
| <b>Figura 49</b> Pesos de los ingredientes para muestra patrón                   | 111 |

|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| <b>Figura 50</b> | Control del revenimiento de la mezcla patrón .....                      | 112 |
| <b>Figura 51</b> | Especímenes vigas y cilíndricas de muestra patrón .....                 | 113 |
| <b>Figura 52</b> | Pesos de la muestra del CFA 1% .....                                    | 114 |
| <b>Figura 53</b> | Control de consistencia del CFA 1% .....                                | 115 |
| <b>Figura 54</b> | Cantidad de probetas del CFA (1%) .....                                 | 116 |
| <b>Figura 55</b> | Rotura de especímenes del CFA 1% .....                                  | 117 |
| <b>Figura 56</b> | Pesos de materiales del CFA (1.5%).....                                 | 118 |
| <b>Figura 57</b> | Materiales para CFA (1.5%) .....  | 119 |
| <b>Figura 58</b> | Control de consistencia del CFA (1.5%) .....                            | 120 |
| <b>Figura 59</b> | Control de calidad del asesor de tesis, Ing. Freddy Quispe Ferrell..... | 121 |
| <b>Figura 60</b> | Rotura de especímenes del CFA (1.5%) .....                              | 122 |
| <b>Figura 61</b> | Pesos de materiales del CFA (2%).....                                   | 123 |
| <b>Figura 62</b> | Pesos de materiales del CFA 2% .....                                    | 124 |
| <b>Figura 63</b> | Rotura de briquetas del CFA 2% .....                                    | 125 |
| <b>Figura 64</b> | Rotura de especímenes del CFA 2% .....                                  | 126 |

### **Abreviaturas de términos**

|        |   |
|--------|---|
| CP     | : Concreto patrón   |
| CFA    | : Concreto con fibras de acero  |
| MTC    | : Ministerio transportes y comunicaciones                                 |
| NTP    | : Norma técnica peruana   |
| ACI    | : Instituto americano del concreto  |
| ASTM   | : Sociedad americana para ensayos y materiales                            |
| AASHTO | : Asociación americana de autoridades estatales de carretera y transporte |

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como propósito buscar una alternativa para controlar la aparición y formación de fisuras en pavimentos rígidos en la ciudad de Abancay, con la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, con el objetivo de determinar el comportamiento de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido (resistencia a la compresión y flexión), para lograr dicho propósito se ha realizado un diseño de concreto patrón de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, que es la base para realizar relación con concreto incorporado de cantidades 1%, 1.5%, 2% por volumen. Tipo de investigación considerada es aplicada, con un nivel de investigación explicativa, con diseño de investigación experimental basado en pruebas de laboratorio y el método es deductivo con un enfoque cuantitativo.

Para desarrollar esta investigación, se realizaron especímenes de 36 testigos cilíndricos para ser sometidos prueba a la compresión y 36 probetas prismáticas para ensayos a la flexión.

De los resultados obtenidos, se da conocer que la incorporación de las fibras de acero con cantidad de 1% por volumen, presenta mejor comportamiento en estado fresco con una buena trabajabilidad, así como también en estado endurecido con respecto a resistencia a la compresión no disminuye, en cuanto a la resistencia a la flexión tiene mejor desarrollo en relación al concreto patrón.

**Palabras claves:** fibras de acero, trabajabilidad, consistencia, resistencia a compresión y flexión.

## **Abstract**

The purpose of this research work is to find an alternative to control the appearance and formation of cracks in rigid pavements in the city of Abancay, with the incorporation of steel fibers type I cold drawn wire, with the aim of determining the behavior of the properties of the concrete in fresh and hardened state (resistance to compression and bending), to achieve this purpose a standard concrete design of  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  has been carried out, which is the basis for making a relationship with concrete incorporated amounts 1%, 1.5%, 2% by volume. The type of research considered is applied, with a level of explanatory research, with experimental research design based on laboratory tests and the method is deductive with a quantitative approach.

To develop this research, specimens of 36 cylindrical specimens were made to be subjected to compression tests and 36 prismatic specimens for bending tests.

From the results obtained, it is disclosed that the incorporation of steel fibers with an amount of 1% by volume, presents better behavior in the fresh state with good workability, as well as in the hardened state with respect to compressive strength does not decrease. , in terms of flexural strength, it has a better development in relation to the standard concrete.

**Keywords:** steel fibers, workability, consistency, resistance to compression and bending

## **Introducción**

El concreto aplicado para pavimentación rígida es un material resistente a compresión y tiene debilidad aguante a la flexión, una de las causas que afectan en el comportamiento estructural de pavimento rígido es el tráfico los cuales generan esfuerzos a flexión, a muchas repeticiones de cargas pesadas, el concreto alcanza debilidad lo cual se expresa en manifestación de fisuración en dichos puntos, en consecuencia, se propaga hacia interior dañando todo el espesor.

Durante las últimas décadas, gracias a los avances tecnológicos existen nuevas alternativas para controlar surgimiento de las fisuras en pavimentos rígidos, una de ellas son las fibras metálicas.

En el presente trabajo de investigación sea realizado un diseño de concreto normal  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y por medio de incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío con cantidades de 1%, 1.5% y 2% por volumen, con la finalidad determinar el comportamiento de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido (resistencia a la compresión y flexión), como también recomendar porcentaje óptimo de filamentos metálicos para aplicación en pavimentación rígida en urbe de Abancay.

La presente investigación contiene siguientes capítulos:

Capítulo 1, se describe de la realidad problemática de fisuras en los pavimentos rígidos, capítulo 2 se desarrolla marco teórico con relación a la variable de investigación, capítulo 3 se detalla sobre la metodología de la investigación que se utilizó, capítulo 4 se analiza y se discuten sobre los resultados, como finalidad, se menciona las conclusiones y recomendaciones.

## **Capítulo I**

### **Planteamiento del problema**

#### **1.1 Realidad problemática**

El concreto es un material resistente a compresión y tiene debilidad a la flexión, por lo que es conveniente proteger con armaduras de acero, para que pueda absorber esfuerzos a tensión y evitar las formaciones de fisuras en la masa endurecida (Fratelli, 1998).

El concreto es producto de la combinación de sus componentes como son agregados, cemento y agua, forman un material durable y tiene mejor fortaleza a compresión, pero mínima o ninguna rigidez a la flexión. Una de las causas que afectan el comportamiento estructural de pavimento rígido es el tráfico de vehículos pesados de ejes cargados, transitando sobre la cual generan dos grandes efectos, primero es el esfuerzo a flexión y el segundo es deflexiones. Las flexiones ocasionan esfuerzos internos, así como deformaciones que acumulan fatiga en cada pasada, dichos esfuerzos son críticos cuando pavimento rígido manifiesta deformaciones de pandeo cóncavo. Ante muchas reiteraciones de cargas, el material alcanza debilidad que se expresa en surgimiento de fisuras, en consecuencia, se

propaga hacia interior afectando todo el espesor. En cuanto a las deflexiones, estas son más dañino cuando la carga del camión se ubica en el borde exterior del pavimento rígido, esto genera las deflexiones muy críticas, las reiterativas de las cargas por eje pesado en los vértices como también en bordes del concreto causan bombeo y deterioro de los materiales de la subrasante. El medio ambiente, variabilidad de temperatura y la humedad logran tener ciertos efectos con respecto a la capacidad de carga del pavimento y la durabilidad (Morales O, 2005)

En las vías urbanas principales de alto tránsito vehicular en la ciudad de Abancay, se observa existencia de fisuración, agrietamiento transversal y longitudinal en los pavimentos rígidos, este es un problema evidente, deteriorados por causas diversas como son: la antigüedad del pavimento, la deficiencia del sistema del drenaje pluvial, variaciones climáticas, las repeticiones de cargas pesadas del tráfico excesivas de mayores toneladas, la ausencia de juntas transversales, control calidad de materiales y en proceso constructivo, en consecuencia afecta la durabilidad.

En la ciudad de Abancay, no se aplican las nuevas técnicas de concreto reforzado con fibras, existen limitaciones en utilización de este tipo de material, especialmente en las instituciones públicas locales y regionales.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### ***1.2.1 Formulación de problemas***

#### ***1.2.2 Problema general***

¿Cuál es la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío en el comportamiento de las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020?

### **1.2.3 Problemas específicos**

- 1) ¿Cuál es la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020?
- 2) ¿Cuál es la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La evolución de tecnología en el ámbito de la construcción ofrece nuevas incorporaciones de materiales para incrementar capacidad de soporte a la flexión de concreto hidráulico para aplicación en pavimentación rígida, presente trabajo tiene como propósito de indagar nuevas opciones de solución para controlar la aparición y formación de hendiduras en pavimentos rígidos. En términos generales, la dureza mecánica a compresión y flexión que potencialmente alcanza incrementar el concreto hidráulico depende de la calidad de los materiales que lo integran y calidad de producción, para mejorar estas propiedades mecánicas se puede adicionar como opción alternativa las fibras metálicas para densificación del concreto.

#### **a) Justificación técnica**

El empleo de las fibras de acero en pavimentación rígida, permite tener una mejor resistencia a la flexión controlando las formaciones y propagaciones de fisuras. Estas actúan por la distribución tridimensional o isotrópico, ayudando a mejorar la capacidad de adherencia entre las partículas del concreto, permitiendo la ductilidad y durabilidad durante su vida útil del concreto.

## **b) Justificación teórica**

La presente investigación permitirá ampliar el empleo de los filamentos metálicos en producción de concreto para aplicación de pavimentación rígida.

## **c) Justificación económica**

Los estudios internacionales y nacionales manifiestan que el concreto incorporado por medio de fibras metálicas, económicamente resulta muy atractivo que las construcciones convencionales, porque tiene mayor durabilidad a largo plazo o ciclo de vida es mucho mejor con respecto al concreto normal.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

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

Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío en el comportamiento de las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- 1) Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.
- 2) Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

## **1.5 Delimitación de la investigación**

### ***1.5.1 Espacial***

La presente investigación se ha desarrollado en la ciudad de Abancay.

### ***1.5.2 Temporal***

Se desarrolló a lo largo del periodo del año 2020-2021.

### ***1.5.3 Social***

Para esta investigación no es aplicable delimitación social.

### ***1.5.4 Conceptual***

Esta pesquisa se delimita a la incorporación de filamentos metálicos tipo I alambre trefilado al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y analizar el comportamiento de las propiedades del concreto (consistencia, trabajabilidad, compresión y flexión).

## **1.6 Viabilidad de la investigación**

Esta investigación es factible, puesto que se cuenta con la disposición de la información primaria, tanto en internet, libros, revistas científicas, publicaciones de investigaciones, así como también, la disponibilidad del asesor de tesis para verificar el procedimiento de la investigación, del mismo modo los equipos para realizar ensayos y pruebas, se tienen a disposición del laboratorio Geomat Serv. EIRL

## **1.7 Limitaciones**

Una de las limitaciones de este estudio, es no aplicación tramo de prueba en pavimentación rígida por falta de factores económicos y se pueden presentar margen de desacierto en el resultado cuando se aplica en el campo, así como también a nivel regional no se encontró investigaciones y publicaciones similares de las universidades locales.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1 Antecedentes de investigación

##### 2.1.1 A nivel internacional

Carrera & Zea la Rochelle (2018), en su trabajo de pesquisa titulada: *Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero dramix 3d en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos, utilizando cemento puzolánico HE y agregados de la planta Holcim pifo - Quito* (tesis de pregrado), desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, planteó como proposito evaluar el comportamiento del concreto para uso en la construcción de vías con pavimento rígido. Para obtener dicho resultado se diseñó concreto simple  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  y por medio de adiciones (5, 10, 20, 25)  $\text{kg/m}^3$ , y los resultados son los siguientes: resistencia a la compresión tiene  $f'c=435.9 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=448.47 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=457.85 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=466.01 \text{ kg/cm}^2$ , con un crecimiento de 0.6%, 3.4%, 5.3% y 7% correspondientemente en relacion a concreto patrón que es  $f'c=433.38 \text{ kg/cm}^2$ ; del mismo modo fortaleza a la flexión conseguido son

Mr.=52 kg/cm<sup>2</sup>, Mr.=54.35 kg/cm<sup>2</sup>, Mr.=56.08 kg/cm<sup>2</sup> y Mr.=60.57 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento de 38.23%, 40.90%, 42.72% y 50.73% respecto a concreto patrón que presenta Mr.=32.12 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, la resistencia a compresión presenta incremento ligeramente y a flexión presenta mejor comportamiento con aumento notable.

Sarta, H, y Silva, J. (2017), en su trabajo que lleva por título: *Análisis de comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibras de acero cuatro y seis por ciento* (tesis de pregrado) realizado en la ciudad Bogotá – Colombia, planteó una investigación comparativa de fortaleza a la flexión y compresión por medio de unión de fibras metálicas 4% y 6% al concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi), con el objetivo de encontrar mejor resistencia. Los resultados obtenidos son los siguientes: asentamiento de concreto patrón presenta 3.1" del mismo modo con fibras se tiene 2.5" y 2.6"; así mismo fortaleza a la compresión de concreto reforzado es  $f'c=4340.9$  Psi y  $f'c=4350.2$  Psi con un crecimiento de 17.3% y 17.6%, correspondientemente con relación al concreto simple que es  $f'c=3700.8$  Psi; de la misma manera la resistencia a la flexión del concreto con fibras son los siguientes Mr.= 775.4 Psi y Mr.= 835.7 Psi, con un incremento de 44.9% y 56.3% con correlación al concreto patrón que tiene Mr.=534.8 Psi. En conclusión, según la investigación se puede evidenciar a mayor cantidad de fibras en la mezcla rigidez a compresión presenta mejoramiento ligero y a la flexión presenta incremento considerable y con reducción de trabajabilidad.

Rodríguez, C. (2016), en su trabajo de pesquisa titulada: *"Análisis de comparativo de un hormigón para la capa de rodadura con fibras de acero y sin ellas para utilización en pavimentos rígidos"*, (tesis pregrado), desarrollado en la Universidad Guayaquil de Ecuador, con el propósito analizar el comportamiento fortaleza a la compresión y flexión con una dosis sin refuerzo y con fibras metálicas tipo Dramix RC60/80bn de 20 kg/m<sup>3</sup>, la metodología de investigación que utilizó es explicativa y experimental. Los resultados

obtenidos son: asentamiento de muestra simple es 7.20 cm y con fibras presenta 3.90 cm; así como también la fortaleza a compresión de concreto patrón es  $f'c=282.31 \text{ kg/cm}^2$  y con fibras de acero presenta  $f'c=313.65 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento 10.52%; de igual manera aguante a la flexión de concreto patrón es  $Mr.=36.81 \text{ kg/cm}^2$  y con fibras se tiene  $Mr.=45.17 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento de 23%.

Valencia, P, y Quintana, C. (2016), en su trabajo como título lleva: *Análisis de comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibras de acero al doce y catorce por ciento* (trabajo de pregrado) de universidad católica de Colombia, como finalidad fue evaluar el comportamiento de concreto con fibras metálicas de cantidades 12% y 14% y relacionar con concreto normal  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , la metodología de investigación que utilizó es analítico experimental y empírico. Los resultados logrados son los siguientes: revenimiento de concreto con fibras es 2.7" y 2.8" con una disminución de 0.60" y 0.5" en relación al concreto patrón que presenta 3.3"; así como también solidez a la compresión con fibras presentan  $f'c=288.99 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=302.74 \text{ kg/cm}^2$ , con un incremento de 7.82% y 12% con relación a muestra normal que cuenta  $f'c=266.37 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, se logra evidenciar que muestra con filamentos metálicos presenta reducción de asentamiento y con ligero mejoramiento fortaleza a la compresión con relación a muestra base.

Guzmán, J. (2015). *Estudio técnico experimental de una placa de concreto reforzada con fibras metálicas apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias* (tesis de grado), desarrollada en Valencia-España, en este presente investigación se realizó un ejemplo en su verdadera dimensión de pavimentación rígida con fibras metálicas y comparar con pavimentación normal, la metodología que empleo en esta pesquisa es experimental y cuantitativa pues trata de comprobar la hipótesis mediante la recaudación de datos en laboratorio y en el campo. conforme a los resultados obtenidos según el autor, la colocación de fibras metálicas provocan módulo de rotura más dúctil en lo que se refiere a sin ellas,

debido a que los filamentos metálicos producen que el concreto endurecido posea capacidad absorción de fuerza del tránsito vehicular, las estructuras del pavimento reforzado permanecen íntegramente incluso cuando ha superado carga máxima, ocurre por el anclaje que poseen las fibras metálicas, generando reponerse a las deformaciones producidas por las cargas de tráfico vehicular.

Rodríguez, F. (2013), en su trabajo que lleva por título: *Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzados con fibras metálicas* (tesis de pregrado), realizado en Bogotá-Colombia, como finalidad fue conocer resultado de integración de los filamentos metálicos con proporciones 0.25%, 0.50%, 1% al concreto patrón con módulo de rotura 4.1 MPa, para aplicación en pavimentación rígida. Los resultados obtenidos son los siguientes: asentamiento de concreto con fibras presenta 12 cm, 10 cm y 9 cm, con una disminución de 4%, 20%, 28% correspondientemente con relación al concreto normal que presenta 12.5 cm; de la misma manera rigidez a la flexión con fibras presenta  $M_r=6.81$  MPa,  $M_r=7.05$  MPa y  $M_r=8.33$  MPa con un incremento de 8.1%, 11.2% y 33.1% con respecto al concreto patrón que tiene  $M_r=6.26$  MPa.

### **2.1.2 A nivel nacional**

Flores, E. (2018), en su trabajo de investigación titulado, *Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionado fibras metálicas en la Av. Túpac Amaru, distrito de independencia, Lima, Perú* (estudio pregrado), tuvo como objetivo evaluar conducta de resistencia a compresión y flexión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> a través de inclusión filamentos metálicos, que fue diseñado para pavimento rígido, la metodología aplicada es cuasi - experimental, para llegar a los resultados, se realizaron experimentos con diferentes porcentajes de fibras 0.50%, 1% y 2%. Como conclusión definió la porción óptima lo cual es 2% (48 kg/ m<sup>3</sup>) un excelente entre todas, con esta cantidad se ha obtenido rigidez a la compresión  $f'c=439$  kg/cm<sup>2</sup> con incremento de 10.86% en relación a concreto normal que

presenta  $f'c=396 \text{ kg/cm}^2$ , y como resultado esfuerzo a flexión se tiene  $Mr.=4.33 \text{ MPa}$  con un incremento de 37.70% en relación concreto patrón que tiene  $Mr. 3.14 \text{ MPa}$ .

De la Cruz, W, y, Quispe, W. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga- Ayacucho* (trabajo pregrado), desarrollado en la Universidad Nacional de Huancavelica, Ayacucho, Perú, como propósito fue analizar efecto de la añadidura de las fibras metálicas de cantidad  $20 \text{ kg/m}^3$  al diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para aplicación en pavimentación rígida, la metodología aplicada es descriptiva y experimental. Los resultados obtenidos son los siguientes: resistencia a la compresión de concreto reforzado es  $f'c=272 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento de 3.4% con relación a concreto normal que es  $f'c=262.73 \text{ kg/cm}^2$ ; y la rigidez a la flexión con fibras tiene  $Mr.=44 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento de 17.8% en relación a concreto patrón  $Mr.=36.16 \text{ kg/cm}^2$  a los 45 días. Como recomendación sugiere el proceso mezclado del concreto incorporado debe ser constante para evitar formaciones erizos de bolas, otro factor que perjudica a la fortaleza a flexión del concreto reforzado, son las orientaciones y la unión de las fibras, así como también adición de plastificante para mejorar la trabajabilidad.

Polo, J, y Risco, J. (2018), en su investigación titulada “*Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto*” (trabajo pregrado), realizado en la Universidad Privada de Trujillo, Perú, tuvo como propósito evaluar el efecto de la inclusión de los filamentos metálicos tipo CHO 65/35 NB con el fin de mejorar las propiedades del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , la metodología utilizada es descriptiva, correlacional y explicativa, para llegar a los dichos propósitos se adiciono una porción de fibras de cantidades 1.5% y 3%. Los resultados obtenidos son: rigidez a la compresión de dosis incorporado alcanzó  $f'c=503 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=441 \text{ kg/cm}^2$ , con un incremento de 15.9% y 4.2% en relación a muestra patrón que posee  $f'c=423 \text{ kg/cm}^2$ ; del mismo modo rigidez a

la flexión del espécimen reforzado son  $M_r=59.04 \text{ kg/cm}^2$  y  $M_r=69.95 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento de 23.84% y 55.58% en relación a concreto patrón que consiguió  $M_r = 44.96 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, con dosis de 3% tiene excelente fortaleza a flexión en relación a 1.5%, en cambio con 1.5% tiene superior aguante a la compresión con respecto a 3%, como recomendación según la tesis la cantidad óptima de las fibras metálicas es 1.5% con excelente trabajabilidad y resistencia.

Montalvo, M. (2015). *“Pavimento rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimento tradicionales”* (trabajo pregrado), desarrollado en Pontificia Universidad Católica del Perú. Planteó como objetivo relacionar de forma teórica ensayo a la flexión, compresión, módulo elástico y físicas de concreto con fibras metálicas Wirand FF1 y sin ellas, así mismo relacionar espesor de losa del pavimento y los precios unitarios, la metodología aplicada es experimental y cuantitativa, en conclusión, según el autor, los procedimientos constructivos adicionado con fibras metálicas tienen beneficio en relación a pavimentaciones tradicionales, ya que contribuye en todo el espesor con distribución tridimensional dando mejor resistencia a las sollicitaciones de cargas del tráfico durante vida hábil, para su producción de concreto no requiere mano de obra calificada y en factor económico tienen menor espesor que pavimentos con malla o simple.

Bendezú, C, y Paredes, N. (2013), realizó una investigación en: *“Pavimento de concreto reforzado con fibras metálicas, en los barrios de Bellavista y Pueblo Nuevo del Distrito de Lircay en el año 2012”* (tesis pregrado), desarrollado en la Universidad Nacional de Huancavelica-Perú, como intención fue determinar rigidez a la flexión de muestra  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  por medio de incorporación de los filamentos metálicos con características Dramix RC-65/35-BN para aplicación en pavimentación rígida, la metodología de investigación es aplicada, para llegar a dicho propósito utilizó fibras metálicas  $20 \text{ kg/m}^3$  por volumen y los resultados obtenidos son:

**Tabla 1***Resultado de revenimiento del concreto*

| Descripción                 | Espécimen | Con fibra (cm) | Sin fibras (cm) |
|-----------------------------|-----------|----------------|-----------------|
|                             | 1         | 7.62           | 7.00            |
| Diseño                      | 2         | 8.89           | 6.80            |
| f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> | 3         | 8.00           | 7.70            |
|                             | 4         | 8.50           | 8.00            |

*Nota:* Se muestra los resultados de ensayo en estado fresco del concreto.

Fuente: Bendezú, C, y Paredes, N. (2013)

**Tabla 2***Resultado de módulo rotura del concreto*

| Descripción de ensayos realizados | Muestra | Mr. (kg/cm <sup>2</sup> ) |            |
|-----------------------------------|---------|---------------------------|------------|
|                                   |         | Sin fibras                | Con fibras |
|                                   | 1       | 39                        | 49         |
| Diseño                            | 2       | 40                        | 50         |
| f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup>       | 3       | 41                        | 51         |

*Nota:* Se muestra los resultados de ensayo en estado endurecido del concreto.

Fuente: Bendezú, C, y Paredes, N. (2013)

Según los resultados obtenidos la muestra con filamentos metálicos tiene mejor resistencia a la flexión con un incremento de 13.94% en relación al concreto patrón.

### **2.1.3 A nivel regional y local**

Flores, C, y Ostos, E. (2019). en su tesis titulada “Análisis comparativo del concreto diseñado para soportar una resistencia a compresión f 'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra de acero y fibra de vidrio utilizado en estructuras de concreto en la ciudad de Abancay – Apurímac 2019” (trabajo de pregrado), desarrollado en la Universidad Privada Tecnológica de los Andes, Perú, como intención fu relacionar la resistencia a compresión del concreto f 'c=210 kg/cm<sup>2</sup> incorporado con fibras, la metodología utilizada es aplicada y deductivo, para llegar a dicho propósito de la investigación se utilizó fibras de acero y vidrio de 4% y 6% por volumen, los resultados conseguidos son: espécimen patrón a los veintiocho días llegó resistencia máxima a compresión f 'c =341.89 kg/cm<sup>2</sup>, con la suma 4% de fibras

metálicas es  $f'_c=377.41 \text{ kg/cm}^2$  y con la inclusión de 6% alcanzó  $f'_c=382.32 \text{ kg/cm}^2$ . Mientras tanto, con fibras de vidrio con 4% alcanzó  $f'_c = 258.14 \text{ kg/cm}^2$  y con incorporación de 6% llegó  $f'_c = 295.75 \text{ kg/cm}^2$ , se puede evidenciar espécimen incorporado con filamentos metálicos tiene mayor aguante a la compresión en relación a espécimen con fibras de vidrio.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Influencia fibras de acero**

#### **2.2.1.1 Concreto reforzado con fibras de acero**

Es una mezcla de cemento, áridos finos y gruesos, y un esparcimiento discontinuo de pequeñas fibras metálicas, también puede contener aditivos para modificar sus propiedades. (ACI 544.3R-93, 1998)

#### **2.2.1.2 Comportamiento de las propiedades en estado fresco**

La trabajabilidad de la mezcla con filamentos metálicos es menor con relación a la mezcla normal, las fibras son delgadas y alargadas con geometría muy diferente a los de agregados y pueden producir dificultad en la mezcla con absorción de agua del diseño (Revista de Obras Públicas, 1978).

La cuantía de filamentos metálicos utilizada en exceso de 2% por volumen del concreto generalmente da como resultado una pobre trabajabilidad, y con porciones hasta 1.5% por volumen tiene mejor manejabilidad, típicamente la cantidad de las fibras varía de 0.25% al 2% por volumen (Imcyc, 2007).

#### **2.2.1.3 Comportamiento de las propiedades en estado endurecido**

En general, la inclusión de los filamentos metálicos no incrementa de modo importante fortaleza a la compresión, pero sí incrementa la deformación por compresión al esfuerzo máximo, por consiguiente, precisar rigidez a la compresión facilita guía para la dosificación del concreto para realizar ensayos a la flexión (ACI 544. 3R-93, 1998).

La conducta de rigidez a la flexión del concreto adicionado con filamentos metálicos son sustancialmente mayores que la rigidez a la compresión y tensión (ACI 544.1R-96, 2002).

#### **2.2.1.4 Propiedades del concreto**

Abanto (1998), describe de la siguiente manera:

**Trabajabilidad:** es la simplicidad que presenta la mezcla para ser trasladado, colocado, compactado y acabado sin segregación.

**Consistencia:** es el grado de fluidez que tiene la mezcla, depende de la cuantía de agua utilizada.

**Segregación:** es la separación o descomposición de los distintos componentes del concreto en estado fresco. A lo largo de traslado las partículas gruesas se asientan hacia la base de la mezcla y los finos ascienden hacia la superficie.

**Exudación:** es la subida de una porción del fluido de la mezcla hacia la superficie como efecto de la sedimentación de las partículas.

**Resistencia a la compresión:** es la medición que se realiza en laboratorio, rompiendo las probetas cilíndricas de concreto, y se calcula a partir de fuerza aplicada entre el área de la sección resistente a la compresión, los resultados de las pruebas realizadas se emplean para controlar concreto suministrado cumpla con la resistencia especificada.

**Resistencia a la flexión:** es la medición de rigidez a la tracción del concreto, se cuantifica por medio de aplicación de carga a espécimen(viga)

#### **2.2.2 Concepto fibras de acero**

Según ACI 544.1R-96 (2002), los filamentos metálicos destinadas para la producción del concreto, tienen longitudes cortas y discretas, que poseen esbeltez (longitud entre el diámetro) alrededor de 20 a 100, con cualquiera de las secciones transversales, y son suficientemente pequeñas para ser dispersado en la mezcla.

UNE-EN 14889-1 (2008), plantea como piezas rectos y deformados de alambres de acero estirado en frío, deformadas fibras de acero rectas, fibras extraídas fundidas, fibras estiradas en frío de bloque de acero, son apropiado para una mezcla uniforme de concreto fresco.

### **2.2.2.1 Incorporación de fibras de acero**

Según Maccaferri do Brasil Ltda. (2007), los filamentos tienen adecuada rigidez a la tracción, con distribución homogénea, constituyen una micro armadura la cual se muestra considerablemente efectivo con la finalidad de controlar la fisuración por retracción, además de otorgar ductilidad al concreto, que puede ser considerable en la cantidad que se añade.

Las fibras metálicas incrementan la ductilidad del concreto, pero su eficacia en la mejoría de la resistencia varía entre compresión y flexión (ACI 544.1R-96, 2002).

La incorporación de los filamentos metálicos influye en la mejoría de las propiedades mecánicas del concreto, en especial resistencia al impacto y la tenacidad, también se mejoran la resistencia a la flexión, resistencia a la fatiga y capacidad de resistir el agrietamiento. (ACI 544.3R-93, 1998)

### **2.2.2.2 Tipos de fibras por funcionalidad y geometría**

Según Eucomex (2017), cita que hay dos tipos de fibras como se puede indicar:

**Microfibras:** Su aplicación en el concreto, son para reducir fisuras por contracción plástica en estado fresco, microfibras:< 0.30 mm diámetro por lo general no añaden ninguna capacidad estructural en concreto endurecido.

**Macrofibras:** Su aplicación en el concreto tiene la función de controlar o reducir por contracción por temperatura y proporcionar capacidad de carga post - agrietamiento de los elementos de concreto que van estar sometido a esfuerzos deflexión y tracción.

### 2.2.2.3 Principales factores de fibras de acero

Myphor, Materiales Especiales (2006), describe los principales factores de la siguiente manera:

**Cantidad de fibras:** La cuantía de fibras por 1 m<sup>3</sup> del concreto, define la capacidad de absorber carga del tráfico, es decir a mayor porción de fibras utilizadas en producción del concreto la capacidad de absorber energía es mucho mejor con buen comportamiento de durabilidad.

**Longitud:** la longitud de las fibras metálicas influye en el comportamiento del hormigón, cuanto mayor es la longitud de las fibras de acero tiene mejor comportamiento a las sollicitaciones del esfuerzo del tráfico, cuanto menor es la longitud de las fibras de acero tienen mejor trabajabilidad.

**Adherencia:** la adherencia de las fibras con el concreto tiene que ver con la geometría superficial, la mejor adherencia tiene como base la forma y la geometría superficial de fibras de acero

**Relación de aspecto o esbeltez:** es la correlación que existe entre la longitud y el diámetro de las fibras, y está comprendida entre 35 a 150, la relación de aspecto o esbeltez tiene ver mucho para evitar la segregación o formación bolas de fibras de acero al mezclarse con las partículas del concreto, también tiene que ver porcentaje utilizado de fibras de acero, según las investigaciones para un buen mezclado es recomendable como máximo la relación de aspecto sea 100, los diámetros recomendables para reducir o par no presentar segregación están comprendidos entre 0.40 a 0.80 mm y la longitudes recomendables es de 25 a 70 mm (Cánovas, 1982)

#### 2.2.2.4 Clasificación de fibras de acero

ASTM A-820 (2011), define de la siguiente manera:

- ❖ Tipo I, alambre estirado en frío.
- ❖ Tipo II, hoja cortada.
- ❖ Tipo III, extraído por fusión.
- ❖ Tipo IV, fresado.
- ❖ Tipo V: Alambre estirado en frío modificado.

#### Figura 1

*Tipo I: Alambre estirado en frío*



Fuente: (Proalco Bekeart, 2002, p.1)

#### Figura 2

*Tipo II: Hoja Cortada*



Fuente: (Proalco Bekeart, 2002, p.16)

**Figura 3**

*Tipo III: Extraído por fusión*



Fuente: (Proalco Bekeart,2002, p.17)

**Figura 4**

*Tipo IV: Fresado*



Fuente: (Proalco Bekeart,2002, p.18)

**Figura 5**

*Tipo V: Alambre estirado en frío modificado*



Fuente: (Proalco Bekeart,2002, p.19)

**2.2.2.5 Ventajas empleo de fibras metálicas**

Becosan, Concrete Floors-Made Better (2020), describe las siguientes ventajas para su empleo en pavimentación rígida y entre otros:

- ❖ El comportamiento de la estructura del pavimento rígido es homogéneo gracias al reparto tridimensional de fibras metálicas.
- ❖ Aumenta la resistencia al desgaste por las cargas del tráfico y a la erosión del intemperismo
- ❖ Aumenta la durabilidad del pavimento ya que reduce el surgimiento de micro fisuras y agrietamientos en área superficial de pavimento rígido.
- ❖ Tiene buena fortaleza a la tracción y flexión.
- ❖ Amplia la tenacidad y ductilidad de pavimentación rígida.
- ❖ Mejoramiento de rigidez al impacto y a las cargas dinámicas.
- ❖ Posibilita ahorrar los materiales, con pavimento de espesor menor.
- ❖ Reemplaza a la utilización de las mallas de acero.

### 2.2.2.6 Desventajas de la utilización de las fibras de acero

Becosan, Concrete Floors-Made Better (2020), plantea las desventajas según las investigaciones:

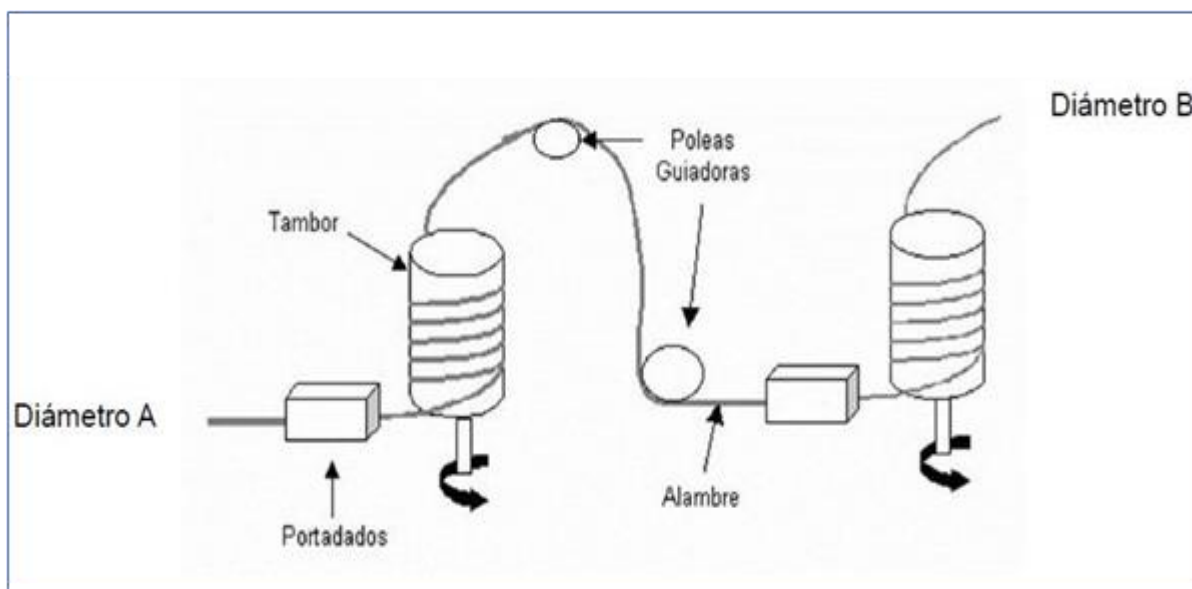
- ❖ Riesgo en reflejar las fibras metálicas en la superficie del pavimento.
- ❖ Irregular mezclado del concreto con las fibras metálicas ocasiona formaciones de bolas o erizos entre las fibras, reduciendo las propiedades isotrópicas y disminuye la trabajabilidad.
- ❖ La mala dosificación de fibras afecta en la trabajabilidad del hormigón fresco.

### 2.2.2.7 Trefilado de fibras metálicas

Proalco Bekeart (2020), describe el proceso mediante el cual se realiza reducción de la sección transversal o reducción de la dimensión de alambre, haciendo pasar un dado de reducción de sección del diámetro.

**Figura 6**

*Proceso de trefilado de acero*



*Nota:* Se muestra proceso de trefilado de alambre para obtención de fibras metálicas.

Fuente: (Proalco Bekeart,2002, p.19)

### **2.2.2.8 Uso y aplicaciones de fibras de acero**

ACI 544.3R-93 (1998), describe uso de fibras de acero, para su aplicación en diferentes tipos de obras civiles:

- ❖ En obras hidráulicas como son: presas, reservorios entre otros.
- ❖ Pavimentos rígidos, pistas urbanas y aeropuertos.
- ❖ Pisos industriales para almacenes de resistencia al impacto de carga, como son obras de almacenes industriales.
- ❖ Tableros de puentes.
- ❖ Revestimiento de túneles subterráneo con concreto proyectado o shotcreted
- ❖ Revestimiento de rocas o estabilización de talud con concreto proyectado.
- ❖ Una de las alternativas para usos en futuro en estructuras sísmicas resistentes.

### **2.2.2.9 Evidencias de aplicación de fibras metálicas**

- ❖ La empresa Maccaferri, en servicio del sector minero en sociedad minera cerro verde, ha aplicado concreto con fibras metálicas WIRAND en losas rígidas, para estacionamiento de camiones mineros y taller de volquetes mineros (Ecomin, 2020)
- ❖ En Perú, se ha utilizado fibras de acero en la construcción losa de estacionamiento y mantenimiento para buses, para un sistema de transporte Lima Metropolitana (Hormigón al día, 2012)
- ❖ Carretera Panamericana del sur tiene más de 35 km de pavimentación rígida con las incorporaciones fibras de acero (Bekaert, 2020)
- ❖ Puerto san Martín, ejecutada más de 120,000.00 metros cuadrados de pavimento rígido en el exterior en zona de operación (Bekaert, 2020)
- ❖ Construcción de Vía expresa de Uchumayo en Arequipa (Prodac, 2015)
- ❖ En estados unidos para la construcción de represa Ririe, en Idaho (Imcyc, 2014)
- ❖ En México el primer túnel lanzado fue, el de loma larga en Monterrey (Imcyc, 2014)

- ❖ Según Sacyr Ingeniería e Infraestructuras (2020), investigación realiza sobre nuevas aplicaciones, menciona hormigón con fibras de acero son más resistentes y sostenibles.

### ***2.2.3 Procedimiento para determinar características del agregado***

Se utilizó siguientes métodos:

- ❖ NTP 400.010: Extracción y muestreo.
- ❖ NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- ❖ NTP 400.037: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.
- ❖ NTP 400.019: Método ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados grueso de tamaño menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.
- ❖ NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
- ❖ NTP 400.022: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
- ❖ NTP 400.017: Método de ensayo normalizado para determinar la por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados.
- ❖ NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado.

### ***2.2.4 Procedimiento para determinar el comportamiento del concreto***

#### **2.2.4.1 Procedimiento para determinar asentamiento del concreto**

##### **Método**

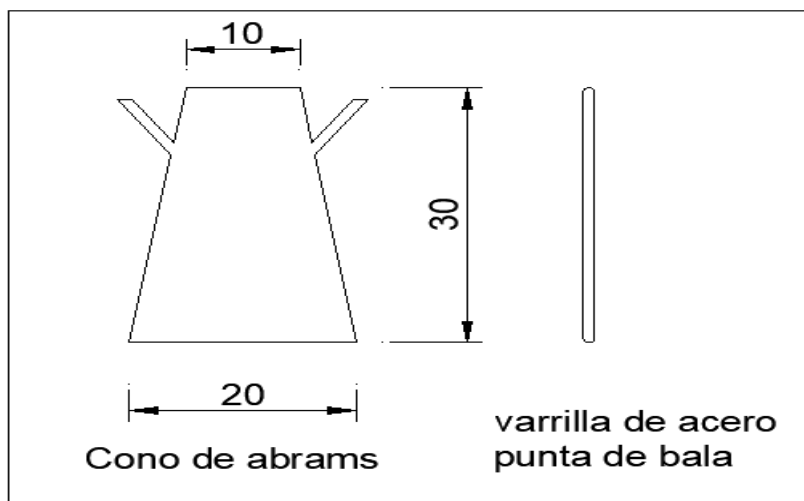
La prueba de revenimiento, es empleado con el propósito de describir el comportamiento en estado fresco, asentamiento obtenido en la prueba nos indica su trabajabilidad o sea su habilidad de ser mezclado, colocado, trasladado y consolidado con una mínima pérdida de uniformidad.

## Equipo

Para controlar el revenimiento del concreto, los equipos son, cono de abrams, varilla de acero liso de 3/8" para compactar y cucharón.

## Figura 7

*Equipo para medir revenimiento del concreto*



*Nota:* Se muestra instrumento de laboratorio para determinar el asentamiento y analizar consistencia.

Fuente: elaboración propia.

## Procedimiento

Cono de Abrams de debe colocar en área plana húmeda, se debe mantener estático apretando las alas, se vacía una capa de mezcla hasta la tercera parte de volumen del molde, se compacta con varilla de 5/8" aplicando 25 golpes uniforme en la superficie de la capa. Seguida se coloca la segunda capa y se distribuye 25 golpes en la superficie de modo que la barra ingrese en la capa inferior. La tercera capa se debe rellenar una capa que exceda la superficie del molde y se debe consolidar con 25 golpes y después se debe enrazar. La mezcla moldeada se asentará, se debe medir la diferencia de altura del molde y la mezcla. Se debe desmoldar antes de 2 minutos.

## Informe

Se debe anotar el asentamiento de prueba realizada.

### 2.2.4.2 Procedimiento para determinar resistencia a la compresión

Según NTP 339.034(2015)

#### Método

Este test consiste en aplicación de fuerza axial a los testigos, la resistencia calculada de la muestra es la división de la fuerza máxima alcanzada durante el ensayo, entre área de la sección transversal.

#### Equipo

Prensa hidráulica para ensayo de compresión del concreto.

#### Procedimiento

La muestra de los testigos de concreto deberá ser protegidos de la pérdida de humedad, se deben ensayar tan pronto posible después del último curado o hidratación de la muestra y serán sometidos a la carga axial dentro los tiempos permisibles como indica en la tabla.

#### Tabla 3

*Edades de prueba y tolerancias permisibles*

| Edad de prueba | Tolerancias permisibles |
|----------------|-------------------------|
| 24 h           | ±0.5 h                  |
| 3 d            | ±2 h                    |
| 7 d            | ±6 h                    |
| 28 d           | ±20 h                   |
| 90 d           | ±48 h                   |

*Nota:* Se muestra tolerancia de edades de ensayo en laboratorio.

Fuente: NTP 339.034(2015)

### 2.2.4.3 Procedimiento para determinar rigidez a la flexión

Según NTP 339.078 (2012)

#### Método

Este test de prueba consiste en la aplicación de la fuerza en los tercios de la luz de la viga hasta que pueda ocurrir la falla, el módulo de la rotura se calcula depende de la ubicación de la falla.

#### Equipo

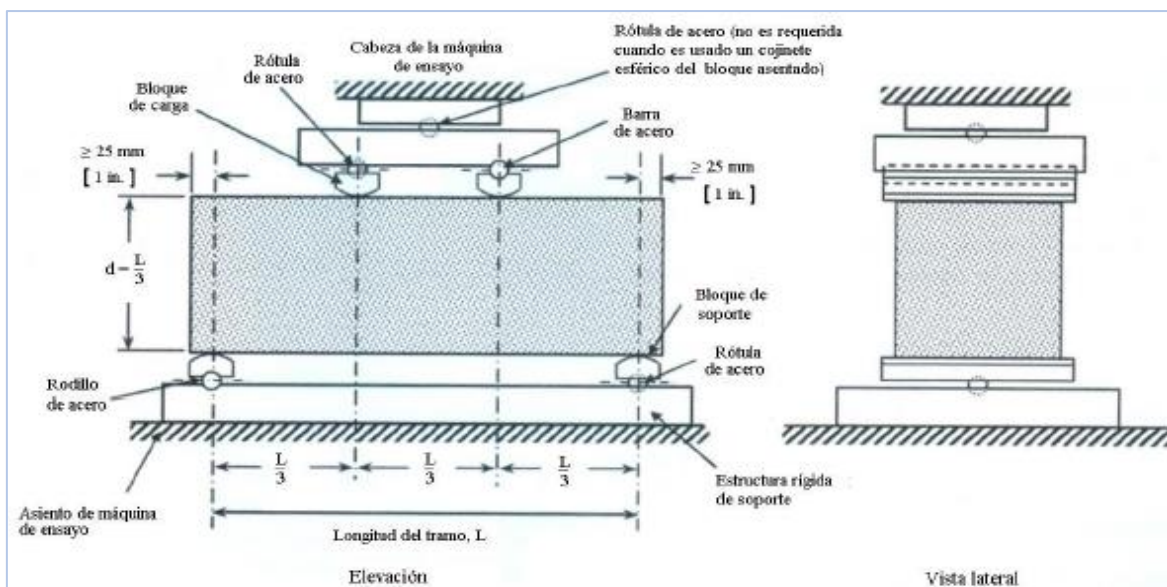
Prensa hidráulica, vernier, regla, etc.

#### Procedimiento

Se aplica la carga a la viga de manera continua, la fuerza se aplica a una velocidad permanente hasta que ocurra punto de rotura o fractura.

#### Figura 8

Diagrama apropiado para realizar prueba a flexión de viga



Nota: Se ilustra diagrama aplicación de carga a los tercios.

Fuente: NTP 339.078 (2012)

### 2.3 Marco conceptual

**Fibras de acero:** Son piezas rectas y deformados de alambres de acero estirado en frío, deformadas fibras de acero rectas, fibras extraídas fundidas, fibras estiradas en frío de bloque de acero (UNE-EN 14889-1, 2008).

**Porcentaje de las fibras metálicas:** La adición de esta en la masa del concreto en mayores porcentajes aumentan la resistencia a flexión, pero también a mayor cantidad disminuye resistencia a la compresión (Myphor, 2006).

**Comportamiento de las propiedades en estado fresco:** La trabajabilidad de la mezcla con filamentos metálicos es menor con relación a la mezcla normal (Revista de Obras Públicas, 1978).

**Comportamiento de las propiedades en estado endurecido:** En absoluto, la inclusión de los filamentos metálicos no incrementa de modo importante fortaleza a la compresión, pero sí incrementa a la flexión (ACI 544. 3R-93, 1998).

**Incorporación de fibras de acero:** Las fibras metálicas incrementan la ductilidad del concreto, pero su eficacia en la mejoría de la resistencia varía entre compresión y flexión (ACI 544.1R-96, 2002).

**Resistencia a compresión:** se cuantifica rompiendo los testigos en una máquina de prensa hidráulica, se calcula a partir de fuerza aplicada y dividida entre el área de la sección resistente (Abanto, 2017).

**Resistencia a la flexión:** es un parámetro de diseño especificado para pavimentos rígidos, esto se debe al hecho de que los pavimentos rígidos están esforzados en flexión durante la carga del tráfico (Méndez, 2009).

**Trabajabilidad:** es la simplicidad que presenta la mezcla para ser trasladado, colocado, compactado y acabado sin segregación. (Abanto, 1998).

**Consistencia:** es el grado de fluidez que tiene la mezcla, depende de la cuantía de agua utilizada. (Abanto, 1998).

**Segregación:** es la separación o descomposición de los distintos componentes del concreto en estado fresco (Abanto, 1998).

**Exudación:** es la subida de una porción del fluido de la mezcla hacia la superficie como efecto de la sedimentación de las partículas (Abanto, 1998).

**Concreto:** Es un material compuesto, empleado en diferentes construcciones de obras civiles constituido esencialmente por unión de cemento, áridos y agua más adición de aditivos específicos (Rivva, E, 2010).

**Agregados:** Se define agregado a las partículas inorgánicas, de orígenes naturales y artificiales, las medidas están estipulados en la NTP 4000.011, los agregados representan 65% a 80% de un volumen cúbica del concreto (Rivva, E, 2010).

**Agua:** Es un ingrediente del concreto, cemento al entrar contacto con agua tiene reacción química (Rivva, E, 2010).

**Cemento:** Es conglomerante constituido de una composición de arcilla calcinada, cal y posterior triturado, que posee la propiedad de solidificarse luego de tener contacto con el agua (Rivva, E, 2010).

**Cemento portland tipo I:** su uso es genérico en caso de que no se solicitan propiedades especiales de otros tipos de cementos (Rivva, E, 2010).

## Capítulo III

### Metodología de investigación

#### 3.1 Hipótesis

##### 3.1.1 *Hipótesis general*

La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

##### 3.1.2 *Hipótesis específicas*

- 1) La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.
- 2) La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

### **3.2 Método**

El método empleado en esta investigación es deductivo, conforme a Bernal (2010), consiste en tomar los resultados generales con el propósito de conseguir explicaciones específicas. En este sentido, la investigación va a partir de conocimiento generales de concreto incorporado con fibras metálicas, a la aplicación en pavimentación rígida de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con adiciones de cantidades 1%, 1.5% y 2%.

Este estudio es de enfoque cuantitativo, de acuerdo Hernández, Fernández, & Baptista (2010), usa la recolección de los datos con el fin de realizar prueba de hipótesis con base en medida numérica y el análisis estadístico, con la finalidad de plantear modelo de comportamiento y comprobar teorías. Por ende, el presente trabajo es enfoque cuantitativo, porque la realización prueba de hipótesis se hizo en la base a los resultados alcanzados en los ensayos en laboratorio con las adiciones de cantidades planteadas.

### **3.3 Tipo de investigación**

Según Carrasco (2006), investigación aplicada, busca utilizar teorías y ciencias existentes y aplicarlas para solucionar problemas planteados, ya que tiene como propósito aplicación próxima bien definida, es decir, se experimenta para ejecutar, transformar, modificar o elaborar cambios en un determinado sector de la realidad. En este sentido esta pesquisa es aplicada porque trata de controlar las fisuraciones de manera directa en pavimentación rígida.

### **3.4 Nivel de investigación**

Investigación explicativa o causal es la que responde a la incógnita ¿por qué?, en otras palabras, a través de este trabajo podemos saber por cual causa un hecho o acontecimiento de la realidad posee tales y cuáles son las características, particularidades, naturaleza, en resumen, porque la variante en análisis es tal como es. (Carrasco, 2006, p. 42)

Esta investigación es de nivel explicativa, pues trata qué relación existe entre las variables, así como también explicar, que sucede con la inclusión de las fibras metálicas al concreto, y cuál es el comportamiento de las propiedades y características.

### **3.5 Diseño de investigación**

Conforme a Hernández, Fernández, & Baptista (2010) diseño experimental, es la donde se realizan la manipulación intencional de la variable independiente (causa) para luego ser analizado las consecuencias de tal variable manipulado acerca de una o más variables dependientes (resultado)

Esta investigación es experimental, pues trata sobre la manipulación de las fibras de acero que es variable independiente para luego ser analizado el efecto que genera en la conducta de las propiedades del concreto que es variable dependiente.

### **3.6 Operacionalización de variables**

**Variable independiente:** Fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío.

**Variable dependiente:** Comportamiento de las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

### 3.6.1 Operación de las variables

**Tabla 4**

*Operación de las variables*

| Variables  | Definición conceptual  | Dimensiones   | Indicadores  | Instrumento  |
|--|--|---|--|--|
| Fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío                         | Las fibras metálicas son filamentos delgados con corta longitud y tiene pequeño diámetro, que consiguen ser aprovechado para constituir hilos del material que estén compuesto (Silva & Sarta, 2017) | Incorporación en % fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío     | Fibras de acero tipo I alambre de 1%, 1.5% y 2%, relación longitud/diámetro es 80  | ASTM A 820   |
| Comportamiento de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ | Concreto con suma de fibras metálicas tiene mejor comportamiento de la estructura, debido a que reducen aparición de fisuras, proporcionado una mejor calidad y durabilidad. (Lao, 2007)             | Propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco     | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Trabajabilidad</li> <li>❖ Consistencia</li> <li>❖ Segregación</li> <li>❖ Exudación</li> </ul> | Formato control de slump de acuerdo a NTP 339-035  |
|  |  | Propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Resistencia a la compresión</li> <li>❖ Resistencia a la flexión</li> </ul>                    | Formato de prueba a compresión conforme a NTP 339.034 y formato de prueba a la flexión tal como indica NTP 339.078 |

Fuente: elaboración propia.

### 3.7 Población, muestra y muestreo

#### 3.7.1 Población

Conforme a Carrasco (2006), es el conjunto de todo el elemento que corresponden al territorio espacial en el cual se desarrollan la indagación.

La población para el desarrollo de presente investigación está constituida por el conjunto de muestras de concreto normal y con adhesión de fibras metálicas tipo I alambre trefilado en frío de cantidades 1%, 1.5% y 2%.

#### 3.7.2 Muestra

De acuerdo a Carrasco (2006), es una porción o fracción específica de la población, cuya característica esencial es la de ser objetiva y reflejo fiel de ella, es una muestra probabilística aleatoria simple.

La presente investigación se desarrollará por muestras no probabilísticas, “de igual manera llamado muestra dirigida, consideran una técnica de elección orientado por las características de la pesquisa, más que por un criterio estadístico de generalización” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 189).

Está constituido por probetas cilíndricas de 36 unidades y prismáticas 36 unidades de concreto hidráulico  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío y concreto normal.

**Tabla 5**

*Cantidad de especímenes*

| Tipo de Concreto | Cantidad de probetas para determinar resistencia |         |         |         |         |         |
|------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | Compresión                                       |         |         | Flexión |         |         |
|                  | 7 días   | 14 días | 28 días | 7 días  | 14 días | 28 días |
| Muestra patrón   | 3  | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       |
| CFA (1%)         | 3  | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       |
| CFA (1.5%)       | 3  | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       |

|   |    |   |    |   |   |   |
|---|----|---|----|---|---|---|
| CFA (2%)                                    | 3  | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 |
| Total, de probetas por compresión y flexión | 36 |   | 36 |   |   |   |
| Total, de muestras= 72 Unidades             |    |   |    |   |   |   |

*Nota:* Se muestra las cantidades de testigos para realizar prueba ensayos a compresión y flexión.  
Fuente: elaboración propia.

### **3.8 Técnicas e instrumentos**

#### **3.8.1 Técnicas**

Conforman el conjunto de reglamentos y modelos lo cual orientan las actividades que efectúan los indagadores en todas las fases de la pesquisa objetiva (Carrasco, 2006, p. 274)

Técnica de observación: es un procedimiento intencional de obtención de las características, así como propiedades de los objetos y elemento de la realidad, por medio de nuestros sentidos o con la ayuda de poderosos instrumentos que aumentan su limitada capacidad (Carrasco, 2006, p. 284)

La técnica empleada para presente investigación es observación directa, para analizar el comportamiento de las propiedades (consistencia, trabajabilidad, rigidez a la compresión y flexión) del concreto y dar a conocer los resultados conseguidos de los experimentos realizados.

#### **3.8.2 Instrumentos**

Según Díaz Carrasco (2014), son medios técnicos que nos facilita tomar informaciones necesarias, con el propósito de solucionar el problema planteado, los instrumentos de investigación tienen que tener validez y confiabilidad.

Se utilizaron como instrumento fichas técnicas o formatos de registro de consistencia, rigidez a la compresión y flexión.

**Tabla 6***Instrumentos utilizados para registro de datos*

| Ensayo                      | Instrumento empleado                   | Norma técnica |
|-----------------------------|--|---------------|
| Asentamiento del concreto   | Formato de revenimiento                | NTP 339.035   |
| Resistencia a la compresión | Formato de resistencia a la compresión | NTP 339.034   |
| Rigidez a la flexión        | Formato de rigidez a la flexión        | NTP 339.078   |

*Nota:* Instrumentos para recolectar de información obtenidas en laboratorio.

Fuente: elaboración propia.

### **3.9 Consideraciones éticas**

En esta pesquisa las muestras seleccionadas de materiales conseguidas en el campo y laboratorio, para desarrollar presente trabajo de tesis son representativas, se ha manipulado los datos con serenidad, honestidad, fidelidad. El trabajo desarrollado es autenticidad de mi autoría, y no es copia ni plagio de investigaciones o publicaciones similares, presentados por personas naturales o jurídicas.

Se puede evidenciar las citas de diferentes autores están correspondientemente mencionadas, por lo que cualquier información adquirida de libros, medios digitales, no la he considerado con mi autoría.

### **3.10 Procesamiento estadístico**

La prueba de hipótesis es un procedimiento que consiste en someter a contrastación experimental la declaración afirmativa expresada en la hipótesis, en otras palabras, es verificar en los dichos en la hipótesis planteada (Díaz Carrasco, 2014).

#### **Hipótesis estadística**

Para esta investigación se consideró las dos alternativas como se describe, según Córdova, M. (2003), tenemos lo siguiente:

**Hipótesis nula**, su denominación es aceptación provisional como verdadera y su validez será sometida a una comprobación experimental, se le denomina con  $H_0$ , los resultados serán

comprobados si aceptamos esta hipótesis nula o la rechazamos para comprobar con la hipótesis alternativa.

**Hipótesis alternativa**, se le representa con la denominación  $H_1$ , esta hipótesis es aceptada en caso cuando la hipótesis nula es rechazada.

### 3.10.1 Prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis son unos procedimientos que produce tomar la decisión afirmativa a hipótesis nula  $H_0$ , o rechazar por una hipótesis alternativa  $H_1$ , en base al resultado obtenido de una muestra de experimento.

$H_0$ : hipótesis nula es la primera opción que se plantea, para afirmar o rechazar.

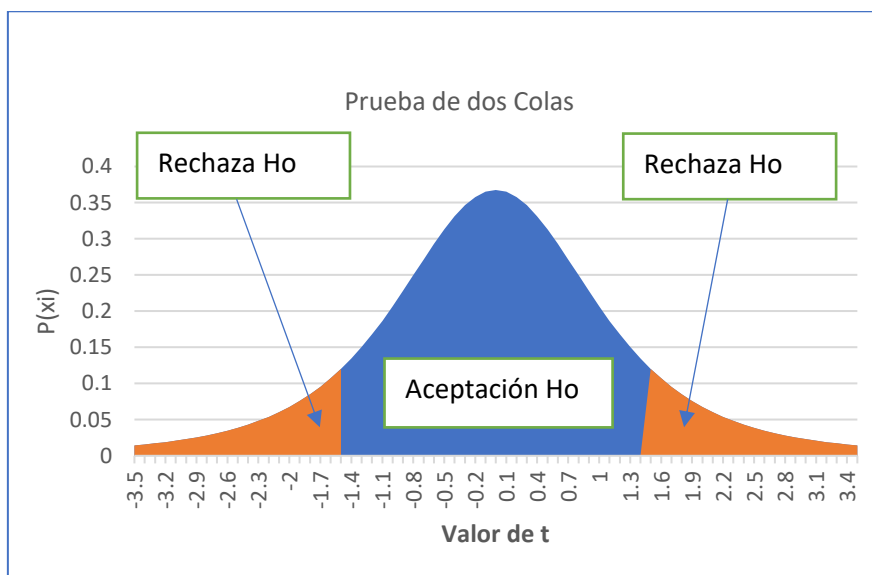
$H_1$ : hipótesis alternativa

#### Planteamiento

- a) Cuando la comprobación de hipótesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , contra  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ , se le denomina prueba de dos colas, región crítica bilateral con  $\alpha/2$

#### Figura 9

*Prueba de hipótesis de dos colas*

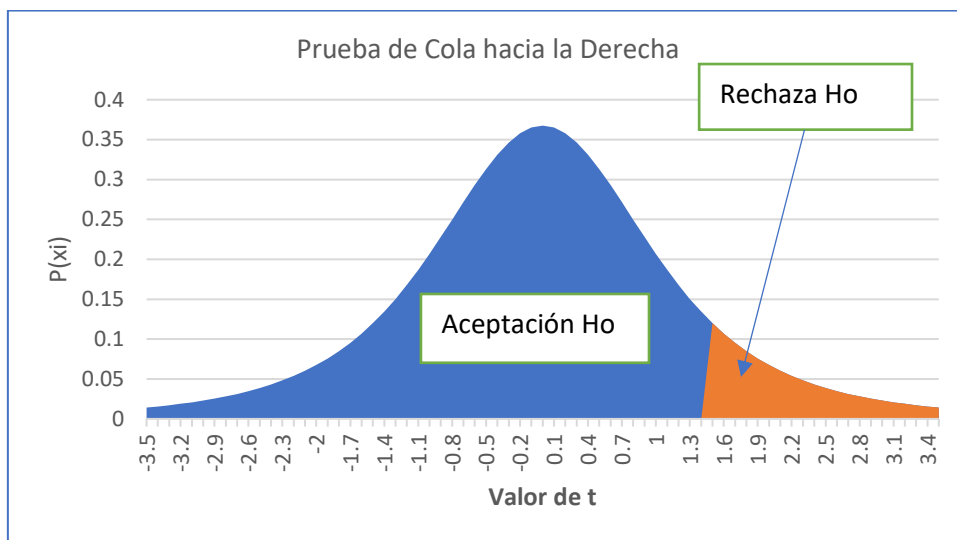


Fuente: Elaboración propia, adaptada según Carrasco (2006)

- b) Cuando la comprobación de hipótesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , contra  $H_1: \mu_1 > \mu_2$ , se le denomina prueba unilateral de cola hacia la derecha.

**Figura 10**

*Prueba de hipótesis una sola cola lado derecho*

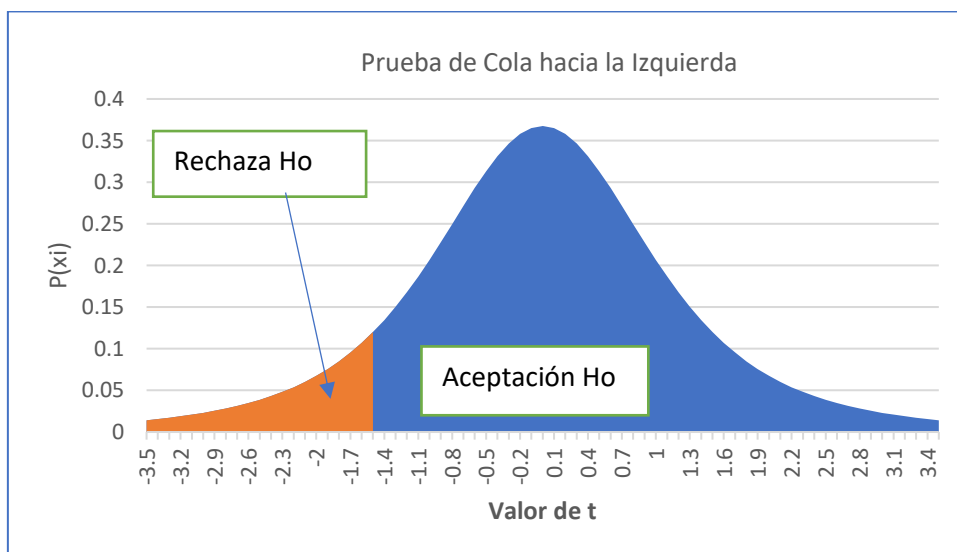


Fuente: Elaboración propia, adaptada según Carrasco (2006)

- c) Cuando la comprobación de hipótesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , contra  $H_1: \mu_1 < \mu_2$ , se le denomina prueba unilateral de cola hacia la izquierda.

**Figura 11**

*Prueba de hipótesis una sola cola lado izquierdo*



Fuente: Elaboración propia, adaptada según Carrasco (2006)

### 3.10.2 Método *t*-student para prueba de hipótesis de dos medias para $30 < n$

**Pasos:**

**Paso 1:** formulación de la hipótesis

$H_0$ =hipótesis nula, cuando  $\mu_1 = \mu_2$

$H_1$ = hipótesis alternativa, cuando  $\mu_1 > \mu_2$  o  $\mu_1 < \mu_2$

**Paso 2:** Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con 95% de probabilidad de confianza

**Paso 3:** Cálculo de valores críticos y valores de prueba

Grados de libertad:  $GL = n_1 + n_2 - 2$

$$S_C^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$V_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_C^2}{n_1} + \frac{S_C^2}{n_2}}} =$$

$V_c$ =se calcula según la tabla de distribución *t* – student

Donde:

$S_1^2$ : varianza

$\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$ : promedio aritmético

$V_c$ : Valor crítico

$V_p$ : valor de prueba

**Paso 4: Decisión:**  $H_0$  se acepta o se rechaza la hipótesis nula, y se escoge hipótesis alternativa como solución al planteamiento de hipótesis

## Capítulo IV

### Resultados y discusión

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Características de los agregados

##### 4.1.1.1 Características del árido fino

Se determinó conforme a NTP 400.037 (2014)

**Tabla 7**

*Límites de porcentajes que pasa áridos finos*

| Tamiz | Porcentaje que pasa |
|-------|---------------------|
| 3/8"  | 100                 |
| N° 4  | 95 a 100            |
| N°8   | 80 a 100            |
| N° 16 | 50 a 85             |
| N° 30 | 25 a 60             |
| N° 50 | 05 a 30             |
| N°100 | 0 a 10              |

*Nota:* Tamices para realizar ensayo de granulometría.

Fuente: NTP 400.037

**Tabla 8***Análisis granulométrico de árido fino*

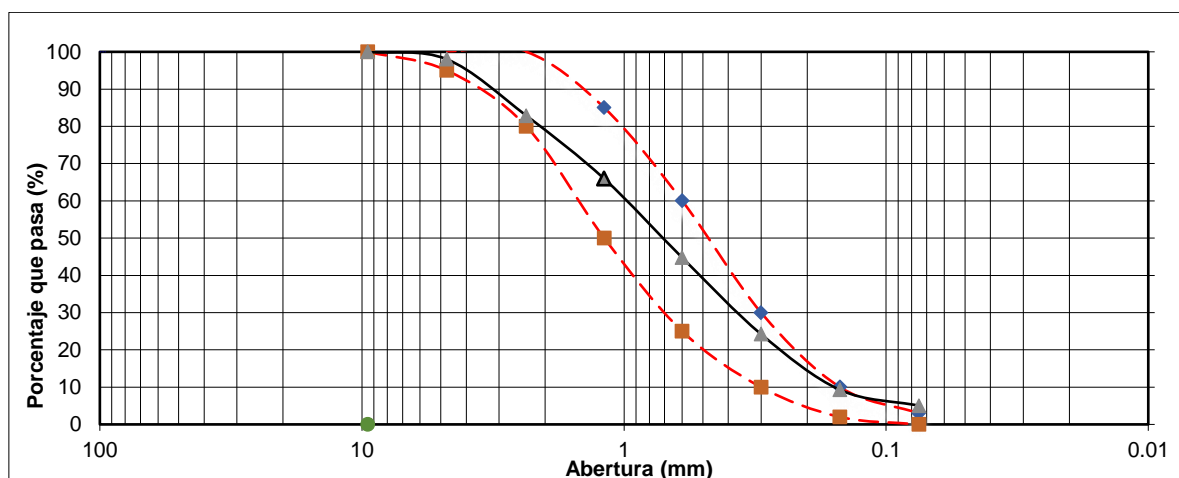
| Análisis Granulométrico                                  |                  |                  |                                |   |                               |   |
|--|------------------|------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|---|
| MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88 |                  |                  |                                |   |                               |   |
| Datos de la muestra                                      |                  |                  |                                |   |                               |   |
| Material: Agregado fino                                  |                  |                  | Tamaño máximo: 3/8"            |   |                               |   |
| Cantera: Ballón  |                  |                  | Peso inicial seco: 1088.80(gr) |   |                               |   |
| Fecha de ensayo: 17/12/20                                |                  |                  | Peso lavado seco: 1034.10(gr)  |   |                               |   |
| Tamiz  | Abertura<br>(mm) | Peso<br>Retenido | Porcentaje<br>retenido<br>(%)  | Porcentaje<br>retenido<br>acumulado (%) | Porcentaje<br>que pasa<br>(%) | Especificación<br>% que pasa en<br>peso |
| 3/8"   | 9.500            | 0.0              | 0.0                            | 0.0                                     | 100.0                         | 100                                     |
| N.º 4  | 4.750            | 21.6             | 2.0                            | 2.0                                     | 98.0                          | 95-100                                  |
| N.º 8  | 2.360            | 164.9            | 15.1                           | 17.1                                    | 82.9                          | 80-100                                  |
| N.º 16   | 1.190            | 184.6            | 17.0                           | 34.1                                    | 65.9                          | 50-85                                   |
| N.º 30   | 0.600            | 230.4            | 21.2                           | 55.2                                    | 44.8                          | 25-60                                   |
| N.º 50   | 0.300            | 223.7            | 20.5                           | 75.8                                    | 24.2                          | 10-30                                   |
| N.º 100  | 0.150            | 162.7            | 14.9                           | 90.7                                    | 9.3                           | 2-10                                    |
| N.º 200  | 0.075            | 46.20            | 4.2                            | 95.0                                    | 5.0                           | 0-3                                     |
| <N.º 200   | Fondo            | 54.7             | 5.0                            | 100.0                                   | 0.0                           |   |
| Módulo de fineza: 2.75                                   |                  |                  |                                |   |                               |   |

*Nota:* Resultados obtenidos de análisis granulométrico fino en Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Geomat Serv E. I.R. L.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 12**

*Curva de análisis granulométrico de árido fino*



*Nota:* Se visualiza distribución granulométrica de árido fino.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1.2 Características de árido grueso

Se determinó según la NTP 400.037, (2014)

**Tabla 9**

*Análisis granulométrico de árido grueso*

| Análisis granulométrico por tamizado                     |               |               |                                 |                                   |                         |                                   |
|--|---------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88 |               |               |                                 |                                   |                         |                                   |
| Datos de la muestra                                      |               |               |                                 |                                   |                         |                                   |
| Material: Agregado grueso                                |               |               | Tamaño máximo: 1 1/2"           |                                   |                         |                                   |
| Cantera: Pedregal  |               |               | Peso inicial seco: 11847.00(gr) |                                   |                         |                                   |
| Fecha de ensayo: 17/12/20                                |               |               | TMN: 1"                         |                                   |                         |                                   |
| Tamiz  | Abertura (mm) | Peso Retenido | Porcentaje retenido (%)         | Porcentaje retenido acumulado (%) | Porcentaje que pasa (%) | Especificación % que pasa en peso |
| 2 1/2"   | 63.500        | 0.0           | 0.0                             | 0.0                               | 100.0                   |                                   |
| 2"   | 50.800        | 0.0           | 0.0                             | 0.0                               | 100.0                   | 100                               |
| 1 1/2"   | 38.100        | 0.0           | 0.0                             | 0.0                               | 100.0                   | 95-100                            |
| 1"   | 25.400        | 2343.0        | 19.8                            | 19.8                              | 80.2                    |                                   |
| 3/4"   | 19.050        | 3161.0        | 26.7                            | 46.5                              | 53.5                    | 35-70                             |

|          |        |        |      |       |      |       |
|----------|--------|--------|------|-------|------|-------|
| 1/2"     | 12.700 | 3274.0 | 27.6 | 74.1  | 25.9 |       |
| 3/8"     | 9.525  | 1981.0 | 16.7 | 90.8  | 9.2  | 10-30 |
| N.º 4    | 4.760  | 1065.0 | 9.0  | 99.8  | 0.2  | 0-5   |
| N.º 8    | 2.360  | 5.0    | 0.0  | 99.8  | 0.2  |       |
| N.º 16   | 1.180  | 18.0   | 0.2  | 100.0 | 0.0  |       |
| N.º 30   | 0.590  | 0.0    | 0.0  | 100.0 | 0.0  |       |
| N.º 50   | 0.295  | 0.0    | 0.0  | 100.0 | 0.0  |       |
| N.º 100  | 0.148  | 0.0    | 0.0  | 100.0 | 0.0  |       |
| N.º 200  | 0.074  | 0.0    | 0.0  | 100.0 | 0.0  |       |
| <N.º 200 | Fondo  | 0.0    | 0.0  | 100.0 | 0.0  |       |

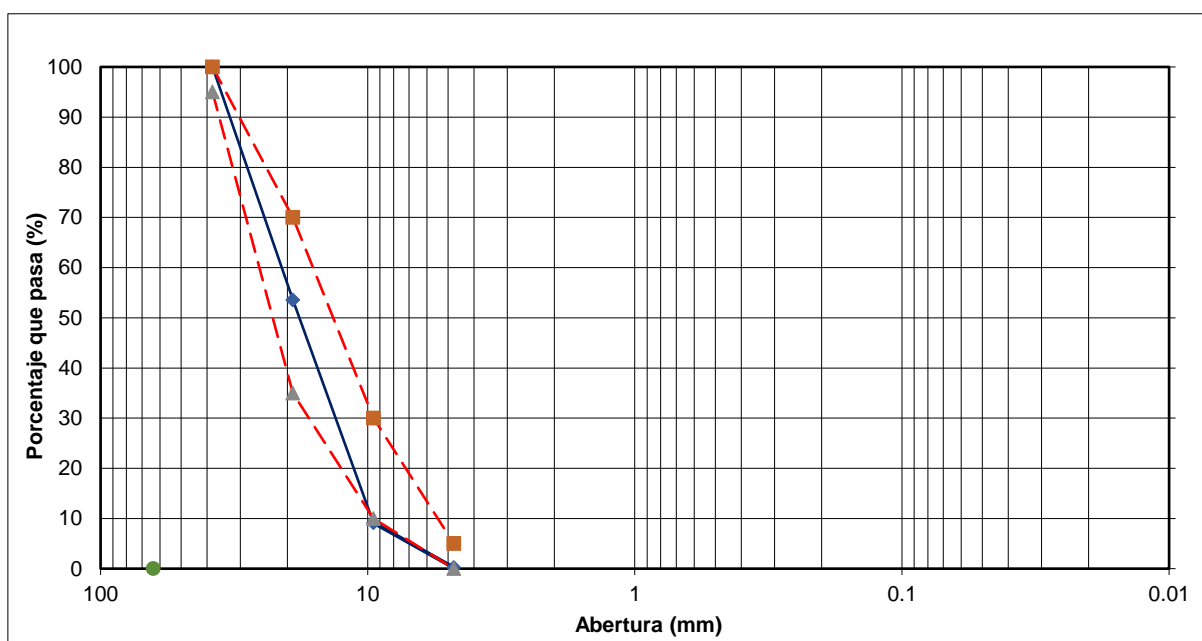
Módulo de fineza: 7.37

*Nota:* Resultados obtenidos de granulometría de agregado grueso en Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Geomat Serv E. I.R. L.

Fuente: elaboración propia.

### Figura 13

*Curva de análisis granulométrico de árido grueso*



*Nota:* Se ilustra curva granulométrica de árido grueso.

Fuente: elaboración propia.

### 4.1.1.3 Peso unitario de los agregados

Se determinó conforme a NTP 400.017 (2011)

**Tabla 10**

*Peso unitario de árido fino*

| Peso unitario<br>MTC E 206, ASTM C-29            |       |                             |       |
|--|-------|-----------------------------|-------|
| Datos de la muestra                              |       |                             |       |
| Material: Agregado fino                          |       |                             |       |
| Cantera: Ballón                                  |       | Fecha de ensayo: 22/12/2020 |       |
| Peso unitario suelto                             |       |                             |       |
| Ensayo N°  | 1     | 2                           | 3     |
| Peso del material + molde (gr.)                  | 16742 | 16501                       | 16589 |
| Peso del molde (gr.)                             | 8686  | 8686                        | 8686  |
| Peso del material suelto (gr.)                   | 8056  | 7815                        | 7903  |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )             | 4414  | 4414                        | 4414  |
| Peso unitario suelto (d)                         | 1.825 | 1.771                       | 1.790 |
| Promedio ponderado (gr /cm <sup>3</sup> ): 1.795 |       |                             |       |
| Peso unitario compactado                         |       |                             |       |
| Ensayo N°  | 1     | 2                           | 3     |
| Peso del material + molde (gr.)                  | 17432 | 17336                       | 17498 |
| Peso del molde (gr.)                             | 8686  | 8686                        | 8686  |
| Peso del material compactado (gr.)               | 8746  | 8650                        | 8812  |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )             | 4414  | 4414                        | 4414  |
| Peso unitario compactado                         | 1.981 | 1.960                       | 1.996 |
| Promedio ponderado (gr /cm <sup>3</sup> ): 1.979 |       |                             |       |

*Nota:* Resultados obtenidos de peso unitario de árido fino en Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Geomat Serv E. I.R. L.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11***Peso unitario de árido grueso*

| Peso unitario<br>MTC E 206, ASTM C-29           |       |                             |       |
|---|-------|-----------------------------|-------|
| Datos de la muestra                             |       |                             |       |
| Material: Árido grueso                          |       |                             |       |
| Cantera: Pedregal                               |       | Fecha de ensayo: 22/12/2020 |       |
| Peso unitario suelto                            |       |                             |       |
| Ensayo N°                                       | 1     | 2                           | 3     |
| Peso del material + molde (gr.)                 | 29436 | 29306                       | 29181 |
| Peso del molde (gr.)                            | 8148  | 8148                        | 8148  |
| Peso del material suelto (gr.)                  | 21288 | 21158                       | 21033 |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )            | 14076 | 14076                       | 14076 |
| Peso unitario suelto (d)                        | 1.512 | 1.503                       | 1.494 |
| Promedio ponderado (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.503 |       |                             |       |
| Peso unitario compactado                        |       |                             |       |
| Ensayo N°                                       | 1     | 2                           | 3     |
| Peso del material + molde (gr.)                 | 30472 | 30686                       | 30785 |
| Peso del molde (gr.)                            | 8148  | 8148                        | 8148  |
| Peso del material compactado (gr.)              | 22324 | 22538                       | 22637 |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )            | 14076 | 14076                       | 14076 |
| Peso unitario compactado                        | 1.586 | 1.601                       | 1.608 |
| Promedio ponderado (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.598 |       |                             |       |

*Nota:* Resultados obtenidos de peso unitario de agregado grueso en Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Geomat Serv E. I.R. L.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1.4 Peso específico de los áridos

Se determinó tal como indica NTP 400.022 (2013)

**Tabla 12**

*Gravedad específica del agregado fino*

| Gravedad específica y absorción de agregados |        |                             |          |
|--|--------|-----------------------------|----------|
| MTC E 206, ASTM C-29                         |        |                             |          |
| Datos de la muestra                          |        |                             |          |
| Material: Árido Fino                         |        |                             |          |
| Cantera: Ballón                              |        | Fecha de ensayo: 22/12/2020 |          |
| Agregado fino                                |        |                             |          |
| Identificación                               | 1      | 2                           | Promedio |
| A: Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)        | 300.2  | 300                         |          |
| B: Peso frasco + H2O                         | 723    | 712.60                      |          |
| C: Peso frasco + H2O + (A)*(A+B)             | 1023.2 | 1012.60                     |          |
| D: Peso de Mat. + H2O en el frasco           | 910    | 899.70                      |          |
| E: Vol. de masas + Vol de vacíos = C-D       | 113.2  | 112.90                      |          |
| F: Peso Mat. Seco en estufa (105°C)          | 296.50 | 296.30                      |          |
| G: Vol. de masas = E-(A-F)                   | 109.50 | 109.20                      |          |
| Pe Bulk (Base Seca) = F/E                    | 2.619  | 2.624                       | 2.622    |
| Pe Bulk (Base Saturada) = A/E                | 2.652  | 2.657                       | 2.655    |
| Pe Aparente (Base Seca) = F/G                | 2.708  | 2.713                       | 2.711    |
| % de Absorción = ((A-F) /F) *100             | 1.25   | 1.25                        | 1.248    |
| Gravedad específica promedio: 2.622          |        |                             |          |

*Nota:* Resultados obtenidos de densidad específica de árido fino en Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Geomat Serv E. I.R. L.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 13***Gravedad específica de árido grueso*

| Gravedad específica y absorción de agregados |       |                             |          |
|--|-------|-----------------------------|----------|
| MTC E 206, ASTM C-29                         |       |                             |          |
| Datos de la muestra                          |       |                             |          |
| Material: Agregado grueso                    |       |                             |          |
| Cantera: Pedregal                            |       | Fecha de ensayo: 22/12/2020 |          |
| Agregado grueso                              |       |                             |          |
| Identificación                               | 1     | 2                           | Promedio |
| A: Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)        | 2002  | 2026                        |          |
| B: Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua)        | 1252  | 1267                        |          |
| C: Vol. de masas + Vol de vacíos = A-B       | 750   | 759                         |          |
| D: Peso Mat. Seco en estufa (105°C)          | 1990  | 2013                        |          |
| E: Vol. de masas = C-(A-D)                   | 738   | 746                         |          |
| Pe Bulk (Base Seca) = D/C                    | 2.653 | 2.652                       | 2.653    |
| Pe Bulk (Base Saturada) = A/C                | 2.669 | 2.669                       | 2.669    |
| Pe Aparente (Base Seca) = D/E                | 2.696 | 2.698                       | 2.697    |
| % de Absorción = ((A-D) /D) *100             | 0.60  | 0.65                        | 0.62     |
| Gravedad específica promedio: 2.653          |       |                             |          |

*Nota:* Resultados obtenidos de peso específico de árido grueso en Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Geomat Serv E. I.R. L.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.1.5 Fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío**

##### ❖ Sika Fiber CHO 80/60 NB

Son alambres trefilados de buena calidad con la finalidad de reforzar el concreto empleado en losas industriales, pavimentación rígida y elementos prefabricados, previniendo acumulación de las fibras individuales proporcionan productividad con menor cuantía (Sika Perú, 2019, p. 1).

##### ❖ **Característica Sika Fiber CHO 80/60 NB**

- Aumenta fortaleza de concreto al impacto, fatiga y la hendidura.
- Aumenta la flexibilidad y absorción de fuerza (fortaleza a tensión).

- De ningún modo afecta los tiempos de fraguado.
- Esbeltez equivalente a 80 para un máximo utilidad.
- Con extremos constituidos con el propósito de lograr máximo anclaje en el interior del hormigón (Sika Perú, 2019, p. 1)

**Figura 14**

*SikaFiber CHO80/60NB*



*Nota:* Se visualiza fibras metálicas tipo I alambre trefilado en frío.

Fuente: Hoja Técnica (Sika Fiber)

#### **4.1.2 Diseño de mezcla del concreto**

Existen distintos métodos de diseño de la mezcla, con el propósito de realizar esta investigación de tesis se ha escogido el método ACI.

**Tabla 14**

*Características de los áridos*

| Descripción  | Árido fino | Árido grueso |
|--|------------|--------------|
| Cantera  | Ballón     | Pedregal     |
| Perfil   | -          | Angular      |
| Peso unitario compacto y seco (kg/m <sup>3</sup> ) | 1979       | 1598         |
| peso específico seco (kg/ m <sup>3</sup> )         | 2622       | 2653         |
| Módulo de finura                                   | 2.75       | -            |

|                         |       |       |
|-------------------------|-------|-------|
| Tamaño máximo nominal   | -     | 1"    |
| Porcentaje de absorción | 1.25% | 0.62% |
| Contenido de humedad    | 1.84% | 0.12% |

*Nota:* informaciones necesarias de los áridos para realizar diseño de mezcla del concreto.

Fuente: elaboración propia.

### Tabla 15

#### *Características de cemento*

| Detalle           |      |
|-------------------|------|
| Marca             | Sol  |
| Tipo              | I    |
| Densidad relativa | 3.12 |

Fuente: elaboración propia.

### Tabla 16

#### *Características de diseño de la mezcla*

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Resistencia a la compresión especificada | $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ |
| Tipo de estructura                       | Pavimento                 |
| Tipo de consistencia                     | Plástica                  |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.1 Elección del factor de seguridad para $f'c$ del diseño

### Tabla 17

#### *Diseño requerida $f'cr$*

| $f'c$     | $f'cr=210 \text{ kg/cm}^2$ |   |    |
|-----------|----------------------------|---|----|
| <210      | $f'c$                      | + | 70 |
| 210 a 350 | $f'c$                      | + | 84 |
| >350      | $f'c$                      | + | 98 |

Fuente: elaboración propia.

$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$

#### 4.1.2.2 Selección de TMN del árido grueso

Según el análisis granulométrico TMN es 1"

#### 4.1.2.3 Selección del revenimiento

**Tabla 18**

*Selección de revenimiento*

| Consistencia | Slump                    |
|--------------|--------------------------|
| Seca         | 0" a 2" (0 cm a 0.50 cm) |
| Plástica     | 3" a 4" (7.5 cm a 10 cm) |
| Fluida       | >5" (12.5 cm)            |

Fuente: elaboración propia.

Consistencia seleccionada es plástica y asentamiento es 3" a 4"

#### 4.1.2.4 Contenido de aire atrapado

**Tabla 19**

*Contenido de aire atrapado*

| TMN         | Aire atrapado % |
|-------------|-----------------|
| 3/8 pulg.   | 3.00%           |
| 1/2 pulg.   | 2.50%           |
| 3/4 pulg.   | 2.00%           |
| 1 pulg.     | 1.50%           |
| 1 1/2 pulg. | 1.00%           |
| 2 pulg.     | 0.50%           |
| 3 pulg.     | 0.30%           |
| 4 pulg.     | 0.20%           |

*Nota:* Cantidad de aire atrapado según TMN.

Fuente: Rivva (2010)

Selección de aire atrapado es 1.5%

#### 4.1.2.5 Selección del contenido de agua

**Tabla 20**

*Cantidad de agua para la mezcla*

| Revenimiento                  | Agua en Lt/ m <sup>3</sup> para TMN áridos y consistencias indicadas |      |      |     |        |     |     |     |
|-------------------------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                               | 3/8"   | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
| Concreto 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 | -   |
| Concreto 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  | 187  | 184 | 174    | 166 | 154 |     |

*Nota:* Cantidad de agua en la mezcla según TMN y revenimiento.

Fuente: elaboración propia.

El volumen del agua seleccionado conforme a tabla anterior es  $V=193$  Lt.

#### 4.1.2.6 Relación agua y cemento

**Tabla 21**

*Relación a/c*

| f 'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) | Relación a/c en peso  |                                |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
|                             | Sin inclusión de aire | Por medio de inclusión de aire |
| 150                         | 0.8                   | 0.71                           |
| 200                         | 0.7                   | 0.61                           |
| 250                         | 0.62                  | 0.53                           |
| 300                         | 0.55                  | 0.46                           |
| 350                         | 0.48                  | 0.4                            |
| 400                         | 0.43                  |                                |
| 450                         | 0.38                  |                                |

Fuente: Rivva (2010)

Tenemos:  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$  interpolando del cuadro anterior será

250 -----0.62

294----- a/c

300-----0.55

Relación a/c=0.56

#### 4.1.2.7 Estimación de la porción de cemento

Tenemos porción unitaria de agua seleccionado que es 193 Lt = 193 kg entonces el contenido de cemento es 344.64 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2.8 Contenido de árido grueso

**Tabla 22**

*Volumen de árido grueso por unidad de volumen de concreto*

| TMN del árido grueso | Volumen del árido grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de finura del fino (b/bo) |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | 2.4  | 2.5  | 2.6  | 2.7  | 2.8  | 2.9  | 3    | 3.1  |
| 3/8"                 | 0.5  | 0.49 | 0.48 | 0.47 | 0.46 | 0.45 | 0.44 | 0.43 |
| 1/2"                 | 0.59   | 0.58 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.53 | 0.52 |
| 3/4"                 | 0.66   | 0.65 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.61 | 0.6  | 0.59 |
| 1"                   | 0.71   | 0.7  | 0.69 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.65 | 0.64 |
| 1 1/2"               | 0.76   | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | 0.71 | 0.7  | 0.69 |
| 2"                   | 0.78   | 0.77 | 0.76 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | 0.71 |
| 3"                   | 0.81   | 0.8  | 0.79 | 0.78 | 0.77 | 0.76 | 0.75 | 0.74 |
| 6"                   | 0.87   | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 0.82 | 0.81 | 0.8  |

*Nota:* selección de cuantía de árido grueso en la mezcla.

Fuente: elaboración propia.

Donde:

bo: pesos unitarios secos compactados del árido grueso

b: peso unitario seco suelto del árido grueso

Módulo de finura: 2.75

bo: 1598 kg/ m<sup>3</sup>

$$\frac{b}{bo} = 0.67$$

Peso del agregado grueso es b=1070.66 kg

#### 4.1.2.9 Cálculo de volúmenes absolutos

**Tabla 23**

*Sumatoria de materiales sin árido fino*

| Material        | Peso seco (kg) | Peso específico (kg/ m <sup>3</sup> ) | Volumen              |
|-----------------|----------------|---------------------------------------|----------------------|
| Cemento         | 344.64         | 3120                                  | 0.1105               |
| Agua            | 193            | 1000                                  | 0.193                |
| Agregado grueso | 1070.66        | 2653                                  | 0.4036               |
| Aire            | 1.50%          |                                       | 0.02                 |
| Total           |                |                                       | 0.722 m <sup>3</sup> |

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.2.10 Cuantía del árido fino

Volumen de árido fino= vol. Total – vol. Total sin árido fino

Vol. árido. Fino: 1-0.7221 = 0.2779 m<sup>3</sup>

#### 4.1.2.11 Estimación del peso seco del árido fino

P = 0.2779 \* 2622 = 728.65 kg

#### 4.1.2.12 Valores de diseño en peso seco

**Tabla 24**

*Peso de la mezcla en condiciones secas*

| Material             | Peso seco/m <sup>3</sup> |
|----------------------|--------------------------|
| Cemento(kg)          | 344.64                   |
| Agua(kg)             | 193                      |
| Agregado grueso (kg) | 1070.66                  |
| Agregado fino (kg)   | 728.65                   |
| Aire                 | 1.50%                    |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.13 Corrección por humedad del árido

##### a) Peso húmedo

$$\text{Agregado grueso} = 1070.66 * (1 + 0.0012) = 1071.94 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 728.65 * (1 + 0.0184) = 742.06 \text{ kg/ m}^3$$

##### b) Humedad superficial

Humedad superficial = contenido humedad - % de absorción

$$\text{Agregado grueso} = 0.12\% - 0.62\% = - 0.50\%$$

$$\text{Agregado fino} = 0.12\% - 0.62\% = 0.59\%$$

##### c) Aporte de la humedad

Aporte de humedad = peso seco \* contenido de humedad

$$\text{Árido grueso} = 1070.66 * (- 0.5\%) = - 5.4 \text{ Lt/ m}^3$$

$$\text{Árido fino} = 728.65 * 0.59\% = 4.3 \text{ Lt/ m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los áridos} = - 1.1 \text{ Lt/ m}^3$$

##### d) Agua efectiva

$$A_e = 194.10 \text{ Lt/ m}^3$$

#### 4.1.2.14 Presentación de diseño en estado húmedo de concreto patrón

##### Tabla 25

*Pesos de materiales por 1 m<sup>3</sup> de CP*

| Material     | Peso/m <sup>3</sup> |
|--------------|---------------------|
| Cemento      | 344.64 kg           |
| Árido fino   | 742.06 kg           |
| Árido grueso | 1071.94 kg          |
| Agua         | 194.1 lt            |

*Nota:* Cantidad de las partículas de la mezcla en peso.

Fuente: elaboración propia.

##### Proporciones en peso

$$1: 2.15: 3.11 /0.56$$

**Tabla 26***Volumen de briquetas cilíndricas*

| Descripción |                       |
|-------------|-----------------------|
| Altura      | 0.3 m                 |
| Diámetro    | 0.15 m                |
| Área        | 0.0177 m <sup>2</sup> |
| Volumen     | 0.0053 m <sup>3</sup> |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 27***Volumen de viga prismática*

| Descripción |                        |
|-------------|------------------------|
| Altura      | 0.15 m                 |
| Largo       | 0.5 m                  |
| Ancho       | 0.15 m <sup>2</sup>    |
| Volumen     | 0.01125 m <sup>3</sup> |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 28***Cantidad de especímenes de concreto patrón*

| Descripción                 | Tipo de testigo | Cantidad de testigos |         |         | Total         |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|---------|---------|---------------|
|                             |                 | 7 días               | 14 días | 28 días |               |
| Concreto normal             | circular        | 3                    | 3       | 3       | 9             |
| f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> | viga            | 3                    | 3       | 3       | 9             |
|                             |                 |                      |         |         | total =18 und |

Fuente: elaboración propia.

**4.1.2.15 Proporciones de diseño con fibras de acero 1%****Tabla 29***Pesos de materiales por 1 m<sup>3</sup> de CFA (1%)*

| Material           | Peso/m <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|
| Cemento            | 344.64 kg           |
| Árido fino         | 742.06 kg           |
| Árido grueso       | 1071.94 kg          |
| Fibras de acero 1% | 23.53 kg            |
| Agua               | 194 lt              |

Fuente: elaboración propia.

**Proporciones en peso**

1: 2.15: 3.11: 0.07 / 0.56

**Tabla 30***Cantidad de muestras con fibras de acero 1%*

| Descripción                     | Tipo de testigo | Cantidad de testigos |         |         | Total |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|---------|---------|-------|
|                                 |                 | 7 días               | 14 días | 28 días |       |
| f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con | Circular        | 3                    | 3       | 3       | 9     |
| fibras de acero 1%              | Viga            | 3                    | 3       | 3       | 9     |
| total =18 und                   |                 |                      |         |         |       |

Fuente: elaboración propia.

**4.1.2.16 Proporciones de diseño con fibras de acero 1.5%****Tabla 31***Pesos de materiales por 1 m<sup>3</sup> del CFA (1.5%)*

| Material             | Peso/m <sup>3</sup> |
|----------------------|---------------------|
| Cemento              | 344.64 kg           |
| Árido fino           | 742.06 kg           |
| Árido grueso         | 1071.94 kg          |
| Fibras de acero 1.5% | 35.29 kg            |
| Agua                 | 194 lt              |

Fuente: elaboración propia.

**Proporción en peso**

1: 2.15: 3.11: 0.10 / 0.56

**Tabla 32***Cantidad de muestras con fibras de acero 1.5%*

| Descripción                     | Tipo de testigo | Cantidad de testigos |         |         | Total |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|---------|---------|-------|
|                                 |                 | 7 días               | 14 días | 28 días |       |
| f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con | Circular        | 3                    | 3       | 3       | 9     |
| fibras de acero 1.5%            | Viga            | 3                    | 3       | 3       | 9     |
| total =18 und                   |                 |                      |         |         |       |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.17 Proporciones de diseño con fibras de acero 2%

**Tabla 33**

*Pesos de materiales por 1 m<sup>3</sup> de CFA (2%)*

| Material           | Peso/m <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|
| Cemento            | 344.64 kg           |
| Árido fino         | 742.06 kg           |
| Árido grueso       | 1071.94 kg          |
| Fibras de acero 2% | 47.05 kg            |
| Agua               | 194.1 lt            |

Fuente: elaboración propia.

#### **Proporción en peso**

1: 2.15: 3.11: 0.14 / 0-56

**Tabla 34**

*Cantidad de especímenes con fibras de acero 2%*

| Descripción                     | Tipo de testigo | Cantidad de testigos |         |         | Total |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|---------|---------|-------|
|                                 |                 | 7 días               | 14 días | 28 días |       |
| f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con | Circular        | 3                    | 3       | 3       | 9     |
| fibras de acero 2%              | Viga            | 3                    | 3       | 3       | 9     |
| total =18 und                   |                 |                      |         |         |       |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.3 Resultado de objetivo específico 1**

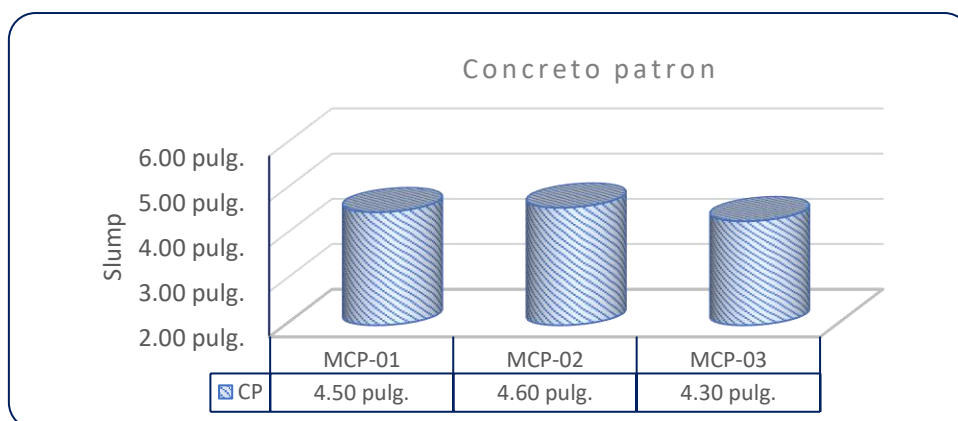
Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto f 'c=210 kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

**Tabla 35***Resultado de revenimiento de la mezcla patrón*

| Control de calidad del concreto en estado fresco |                 |                |                        |                      |                          |   |                          |
|--|-----------------|----------------|------------------------|----------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| NTP 339.035, ASTM C143                           |                 |                |                        |                      |                          |   |                          |
| Consistencia: plástica                           |                 |                |                        |                      | Fecha de ensayo: 2/12/20 |   |                          |
| Número de muestra                                | Descripción     | Hora de prueba | Slump obtenido (pulg.) | Cantidad de testigos |                          | Promedio de slump obtenido en laboratorio | Inspección visual        |
|  |                 |                |                        | Viga                 | Cilíndrica               |   |                          |
| CP-01  | Concreto patrón | 4.05 pm        | 4.50"                  |                      |                          |   |                          |
| CP-02  | Concreto patrón | 4.40 pm        | 4.60"                  | 9                    | 9                        | 4.50"                                     | Muy buena trabajabilidad |
| CP-03  | Concreto patrón | 5.20 pm        | 4.30"                  |                      |                          |   |                          |

*Nota:* informaciones obtenidas en estado fresco del concreto patrón con muy buena trabajabilidad y consistencia plástica, que es la base para realizar la comparación.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 15***Resultado de revenimiento del CP*

*Nota:* Se visualiza en el gráfico slump con uniformidad conducta de la mezcla con tres pruebas realizadas.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 16***Verificación de revenimiento de concreto patrón*

*Nota:* Se ilustra inspección visual de conducta del slump con el flexómetro.  
Fuente: elaboración propia.

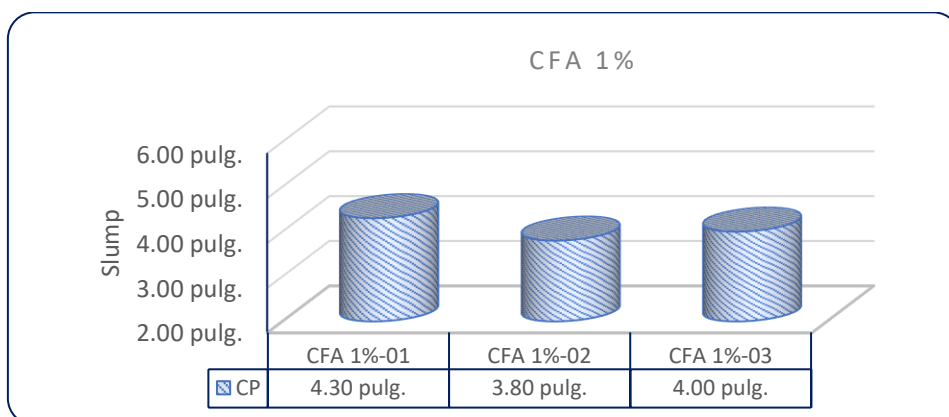
**Tabla 36***Resultado de revenimiento del CFA (1%)*

| Control de calidad del concreto en estado fresco<br>NTP 339.035, ASTM C143 |                                 |                |                        |                      |            |   |                      |
|--|---------------------------------|----------------|------------------------|----------------------|------------|---|----------------------|
| Consistencia: plástica   |                                 |                |                        | Fecha de ensayo:     |            |   |                      |
|  |                                 |                |                        | 4/12/20              |            |   |                      |
| Número de muestra  | Descripción                     | Hora de prueba | Slump obtenido (pulg.) | Cantidad de testigos |            | Promedio de slump obtenido en laboratorio | Inspección visual    |
|  |                                 |                |                        | Viga                 | Cilíndrica |   |                      |
| CFA-01   |                                 | 4.30 pm        | 4.30"                  |                      |            |   |                      |
| CFA-02   | Concreto con fibras de acero 1% | 5.15 pm        | 4.00"                  | 9                    | 9          | 4"  | Buena trabajabilidad |
| CFA-03   |                                 | 5.40 pm        | 3.80"                  |                      |            |   |                      |

*Nota:* información obtenida de asentamiento con buena trabajabilidad y consistencia plástica.  
Fuente: elaboración propia.

**Figura 17**

*Resultado de revenimiento del CFA (1%)*



*Nota:* Se visualiza revenimiento del concreto entado fresco con tres ensayos realizadas.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 37**

*Resultado de revenimiento del CFA (1.5%)*

| Control de calidad del concreto en estado fresco |                     |                |                        |                      |                          |   |
|--|---------------------|----------------|------------------------|----------------------|--------------------------|---|
| NTP 339.035, ASTM C143                           |                     |                |                        |                      |                          |   |
| Consistencia: plástica                           |                     |                |                        |                      | Fecha de ensayo: 8/12/20 |   |
| Número de muestra                                | Descripción         | Hora de prueba | Slump obtenido (pulg.) | Cantidad de testigos |                          | Promedio de slump obtenido en laboratorio |
|  |                     |                |                        | Viga                 | Cilíndrica               | Inspección visual                         |
| CFA-01   | Concreto            | 1.20 pm        | 2.90"                  |                      |                          |   |
| CFA-02   | con fibras de acero | 1.50 pm        | 2.80"                  | 9                    | 9                        | 2.80"                                     |
| CFA-03   | 1.5%                | 2.30 pm        | 2.70"                  |                      |                          |   |

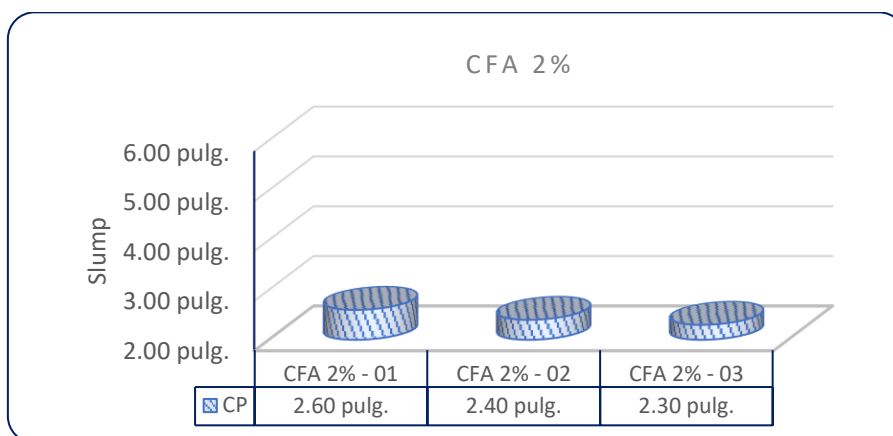
*Nota:* información obtenida de asentamiento con regular trabajabilidad y consistencia plástica.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 19**

Resultado de revenimiento del CFA (2%)



Nota: Se ilustra asentamiento del concreto con tres ensayos realizadas.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3.1 Resumen de los resultados de objetivo específico 1

**Tabla 39**

Resumen de los resultados de revenimiento de las muestras

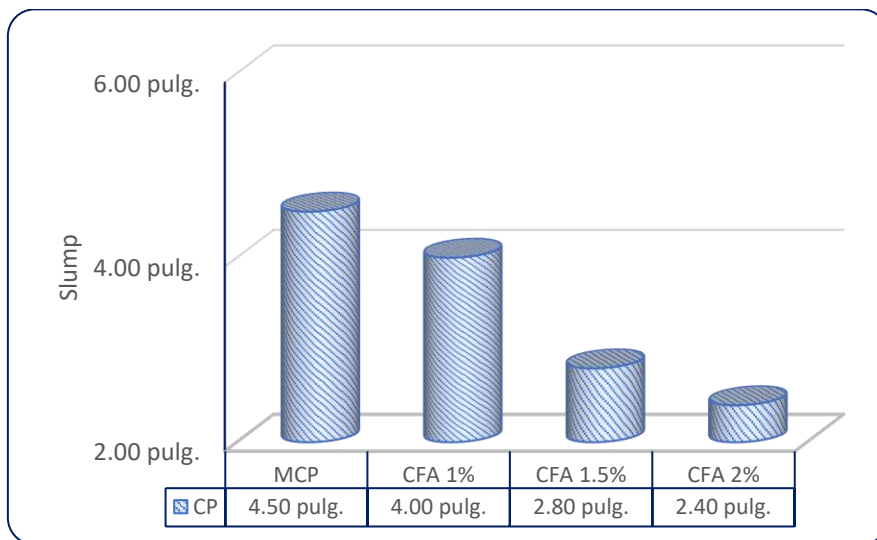
| Control de calidad del concreto en estado fresco |             |                               |                      |            |              |                                     |
|--|-------------|-------------------------------|----------------------|------------|--------------|-------------------------------------|
| NTP 339.035, ASTM C143                           |             |                               |                      |            |              |                                     |
| Número de muestra                                | Descripción | Promedio de slump<br>Obtenido | Cantidad de testigos |            | Consistencia | Inspección visual de trabajabilidad |
|  |             |                               | Viga                 | Cilíndrica |              |                                     |
| 01   | CP          | 4.50"                         | 9                    | 9          | Plástica     | Muy buena                           |
| 02   | CFA 1%      | 4.00"                         | 9                    | 9          | Plástica     | Buena                               |
| 03   | CFA 1.5%    | 2.80"                         | 9                    | 9          | Plástica     | Regular                             |
| 04   | CFA 2%      | 2.40"                         | 9                    | 9          | Seca         | Baja                                |

Nota: comparación de informaciones obtenidas de asentamiento en estado fresco del concreto

Fuente: elaboración propia.

**Figura 20**

*Resumen de los resultados de revenimiento de las muestras*



*Nota:* Se ilustra el comportamiento del asentamiento de las muestras, cuanto mayor es la cantidad de fibras decrece.

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, el asentamiento del concreto patrón es 4.5" con muy buena trabajabilidad, con fibras de acero 1% tiene 4" con buena trabajabilidad, así como también 1.5 % es 2.80" con regular trabajabilidad y con 2% tiene 2.40" con baja trabajabilidad.

#### **4.1.4 Resultado de objetivo específico 2**

Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

#### 4.1.4.1 Resultados de ensayo a la compresión

Se determinó según la NTP 339.034 (2015)

**Tabla 40**

*Resultado de resistencia a la compresión del CP*

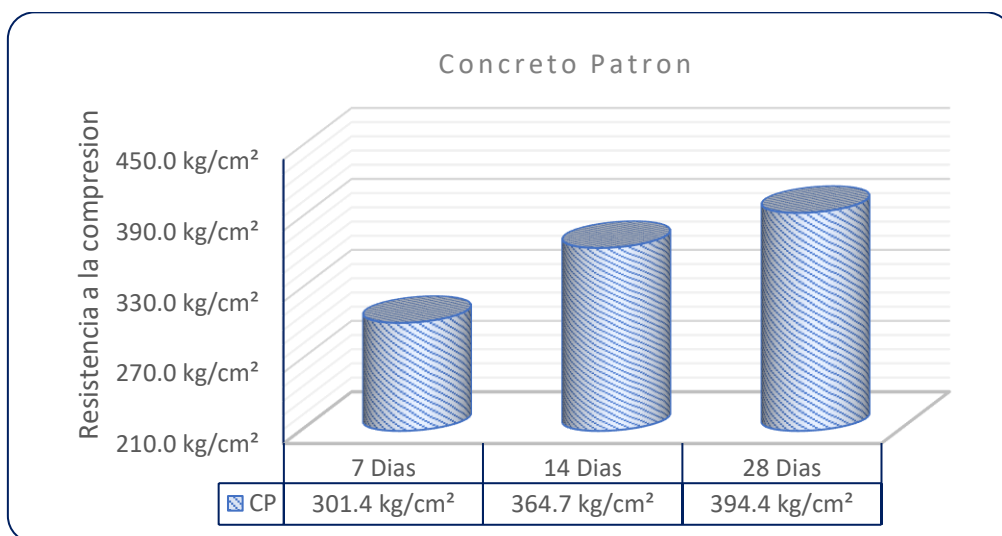
| Control de calidad del concreto en estado endurecido     |                 |                |                   |                                    |   |  |
|--|-----------------|----------------|-------------------|------------------------------------|---|--|
| MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88 |                 |                |                   |                                    |   |  |
| Resistencia de diseño $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$         |                 |                |                   |                                    | Fecha de moldeo 2/12/20                           |  |
| N°   | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Área de testigo (cm <sup>2</sup> ) | Resistencia obtenido $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio de resistencia $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CP – 01  | 9/12/2020       | 7 días         | 532.81            | 181.5                              | 299.35  |  |
| CP – 02  | 9/12/2020       | 7 días         | 530.82            | 181.5                              | 298.23  | 301.40   |
| CP – 03  | 9/12/2020       | 7 días         | 545.54            | 181.5                              | 306.5   |  |
| CP – 04  | 16/12/2020      | 14 días        | 660.1             | 181.4                              | 371.07  |  |
| CP – 05  | 16/12/2020      | 14 días        | 637.3             | 181.1                              | 360.84  | 364.70   |
| CP – 06  | 16/12/2020      | 14 días        | 642.9             | 181.0                              | 362.20  |  |
| CP – 07  | 30/12/2020      | 28 días        | 693.13            | 181.5                              | 389.42  |  |
| CP – 08  | 30/12/2020      | 28 días        | 713.59            | 181.0                              | 402.02  | 394.40   |
| CP – 09  | 30/12/2020      | 28 días        | 693.77            | 180.6                              | 391.72  |  |

*Nota:* informaciones obtenidas de la muestra con edades de prueba a los 7, 14, 28 días, que son la base para realizar la comparación.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 21**

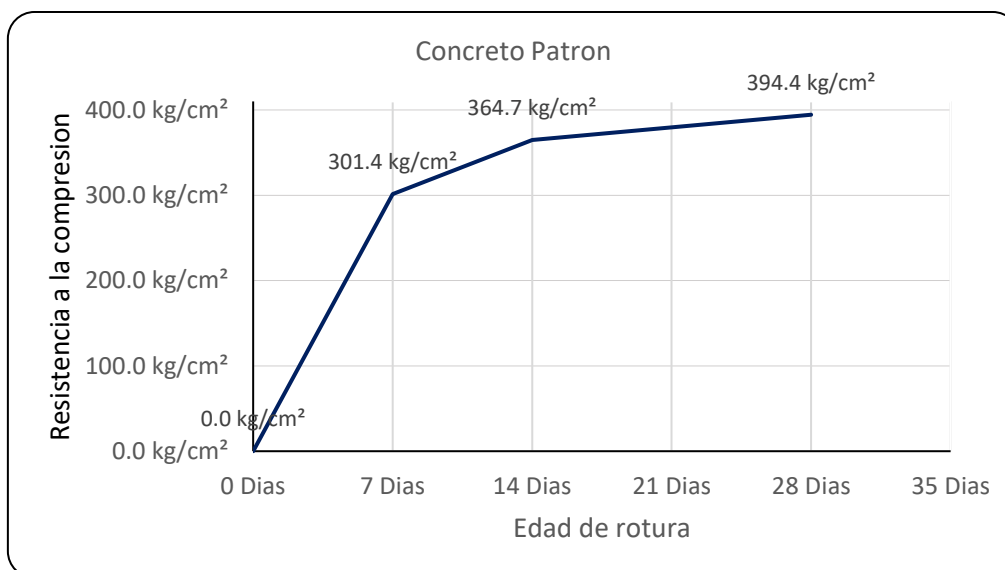
*Resultado de resistencia a la compresión del CP*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 22**

*Resultado de resistencia a la compresión del concreto patrón*



*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de rigidez con crecimiento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 41***Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1 %)*

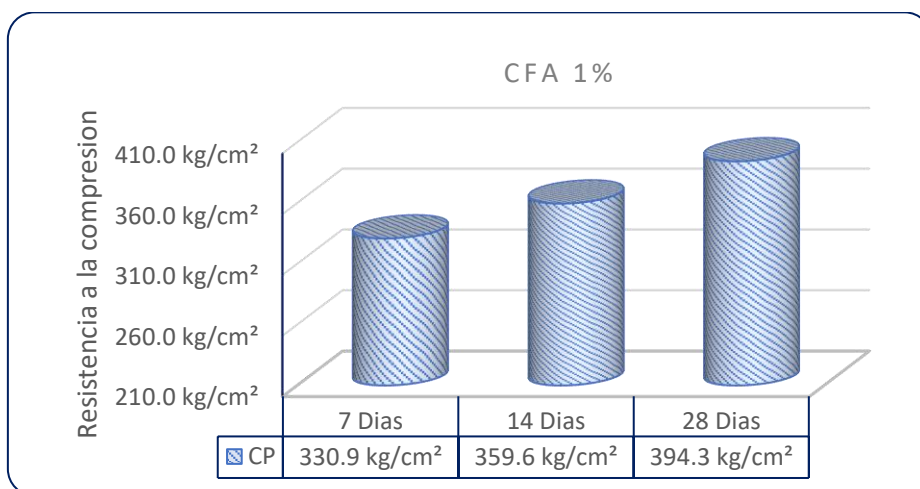
| Control de calidad del concreto en estado endurecido    |                 |                |                   |                                    |   |  |
|---|-----------------|----------------|-------------------|------------------------------------|---|--|
| MTC E-704, NTP 339.034, ASTM C39 -39M, AASHTO T 22-2005 |                 |                |                   |                                    |   |  |
| Diseño f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup>                      |                 |                |                   | Fecha de moldeo 4/12/20            |   |  |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Área de testigo (cm <sup>2</sup> ) | Resistencia obtenido f 'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio de resistencia f 'c (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CFA – 01  | 11/12/2020      | 7 días         | 585.20            | 181.5                              | 328.78  |  |
| CFA – 02  | 11/12/2020      | 7 días         | 594.50            | 180.0                              | 336.79  | 330.85   |
| CFA – 03  | 11/12/2020      | 7 días         | 582.02            | 181.5                              | 326.99  |  |
| CFA – 04  | 18/12/2020      | 14 días        | 631.90            | 181.0                              | 356.00  |  |
| CFA – 05  | 18/12/2020      | 14 días        | 635.20            | 181.2                              | 357.46  | 359.59   |
| CFA – 06  | 18/12/2020      | 14 días        | 647.70            | 180.8                              | 365.30  |  |
| CFA- 07   | 01/01/2021      | 28 días        | 715.30            | 181.2                              | 402.54  |  |
| CFA – 08  | 01/01/2021      | 28 días        | 703.51            | 180.8                              | 396.78  | 394.32   |
| CFA – 09  | 01/01/2021      | 28 días        | 680.97            | 181.0                              | 383.64  |  |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a los 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 23**

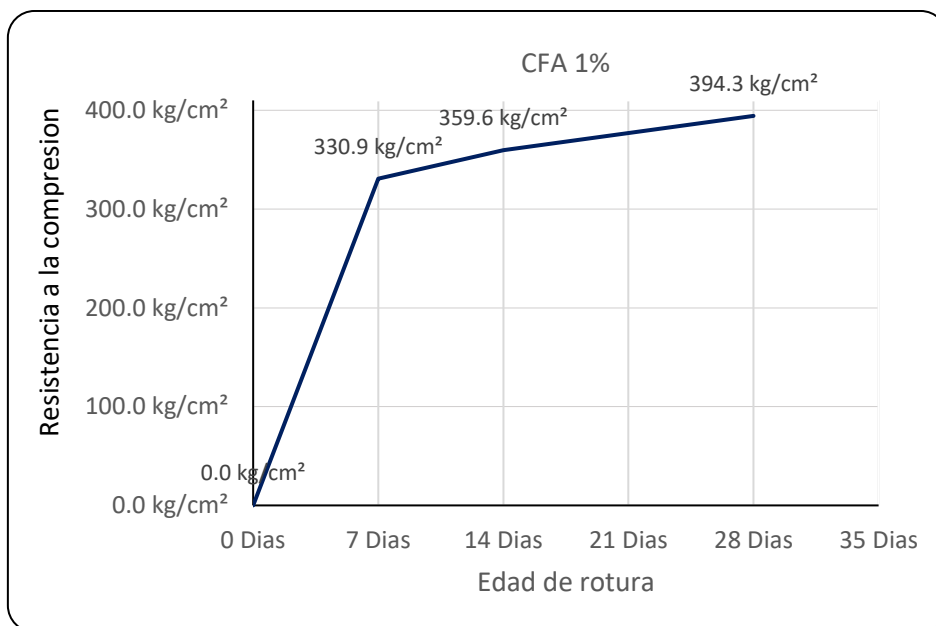
*Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1 %)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 24**

*Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1%)*



*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de rigidez, con un incremento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 42***Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1.50 %)*

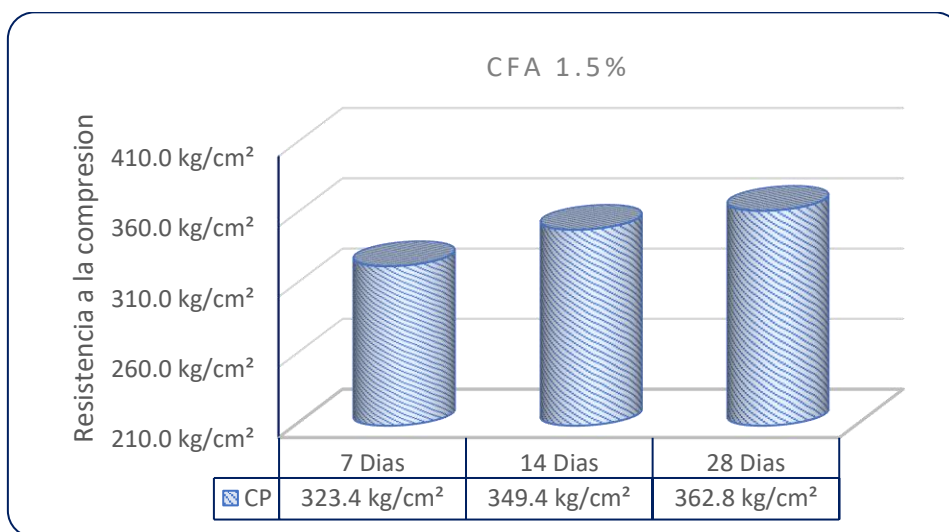
| Control de calidad del concreto                         |                 |                |                   |                                   |   |  |
|---|-----------------|----------------|-------------------|-----------------------------------|---|--|
| MTC E-704, NTP 339.034, ASTM C39 -39M, AASHTO T 22-2005 |                 |                |                   |                                   |   |  |
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$                        |                 |                |                   | Fecha de moldeo 8/12/20           |   |  |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Área de testigo ( $\text{cm}^2$ ) | Resistencia obtenido $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) | Promedio de resistencia $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) |
| CFA – 01  | 15/12/2020      | 7 días         | 571.81            | 181.5                             | 321.26  |  |
| CFA – 02  | 15/12/2020      | 7 días         | 579.70            | 181.8                             | 326.95  | 323.44   |
| CFA – 03  | 15/12/2020      | 7 días         | 573.30            | 181.5                             | 322.10  |  |
| CFA – 04  | 22/12/2020      | 14 días        | 604.43            | 181.0                             | 339.59  |  |
| CFA – 05  | 22/12/2020      | 14 días        | 623.47            | 181.2                             | 351.25  | 349.36   |
| CFA – 06  | 22/12/2020      | 14 días        | 634.80            | 181.0                             | 357.24  |  |
| CFA- 07   | 05/01/2021      | 28 días        | 666.34            | 181.4                             | 375.4   |  |
| CFA – 08  | 05/01/2021      | 28 días        | 639.66            | 181.8                             | 359.58  | 362.83   |
| CFA – 09  | 05/01/2021      | 28 días        | 626.78            | 181.5                             | 353.51  |  |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a los 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 25**

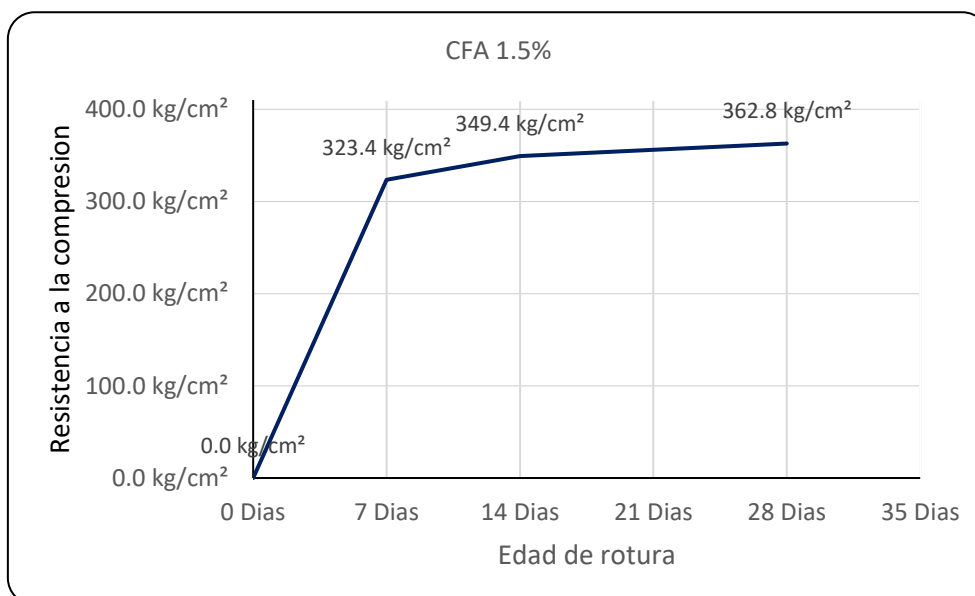
*Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1.50 %)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 26**

*Resultado de resistencia a la compresión del CFA (1.50 %)*



*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de rigidez con un crecimiento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 43***Resultado de resistencia a la compresión del CFA (2 %)*

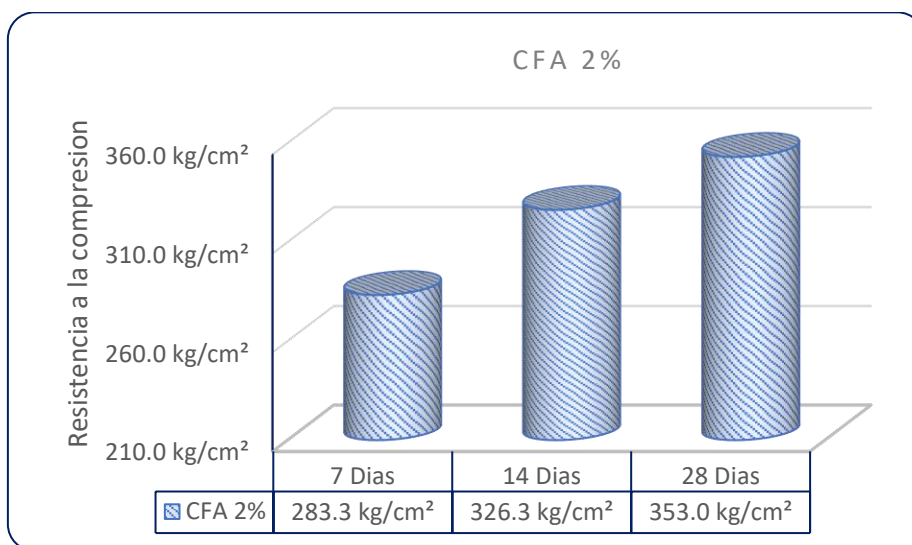
| Control de calidad del concreto                         |                 |                |                   |                                   |   |  |
|---|-----------------|----------------|-------------------|-----------------------------------|---|--|
| MTC E-704, NTP 339.034, ASTM C39 -39M, AASHTO T 22-2005 |                 |                |                   |                                   |   |  |
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$                        |                 |                |                   | Fecha de moldeo 15/12/20          |   |  |
| N°  | Fecha de Rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Área de testigo ( $\text{cm}^2$ ) | Resistencia obtenido $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) | Promedio de resistencia $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) |
| CFA – 01  | 22/12/2020      | 7 días         | 537.19            | 181.2                             | 302.31  |  |
| CFA – 02  | 22/12/2020      | 7 días         | 494.80            | 181.5                             | 277.99  | 283.26   |
| CFA – 03  | 22/12/2020      | 7 días         | 479.66            | 181.5                             | 269.49  |  |
| CFA – 04  | 29/12/2020      | 14 días        | 587.27            | 181.2                             | 330.49  |  |
| CFA – 05  | 29/12/2020      | 14 días        | 608.95            | 181.5                             | 342.12  | 326.28   |
| CFA – 06  | 29/12/2020      | 14 días        | 545.66            | 181.7                             | 306.23  |  |
| CFA- 07   | 12/01/2021      | 28 días        | 627.60            | 181.5                             | 352.60  |  |
| CFA – 08  | 12/01/2021      | 28 días        | 619.10            | 181.4                             | 348.02  | 353.03   |
| CFA – 09  | 12/01/2021      | 28 días        | 636.30            | 181.0                             | 358.48  |  |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a los 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 27**

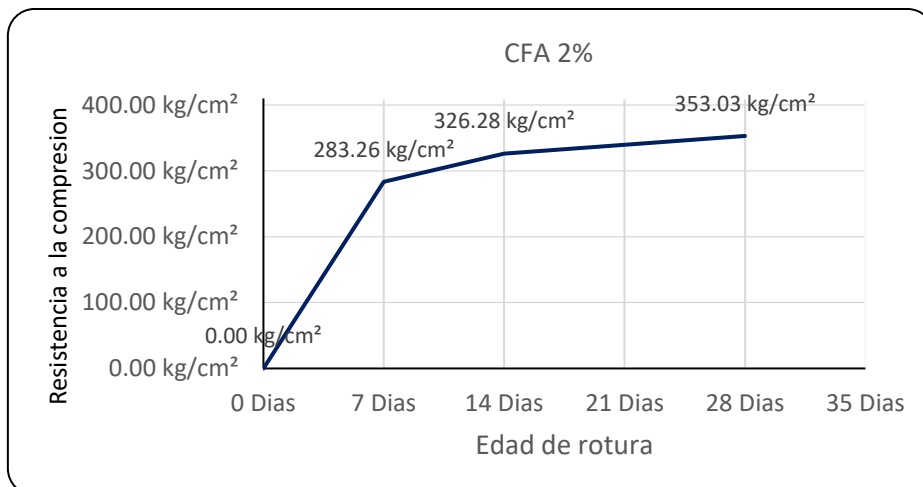
*Resultado de resistencia a la compresión del CFA (2 %)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 28**

*Resultado de resistencia a la compresión del CFA (2 %)*



*Nota:* Se visualiza el desarrollo de la conducta de rigidez con un crecimiento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.4.2 Resumen de los resultados de ensayo a la compresión

**Tabla 44**

*Resumen de los resultados de resistencia a la compresión*

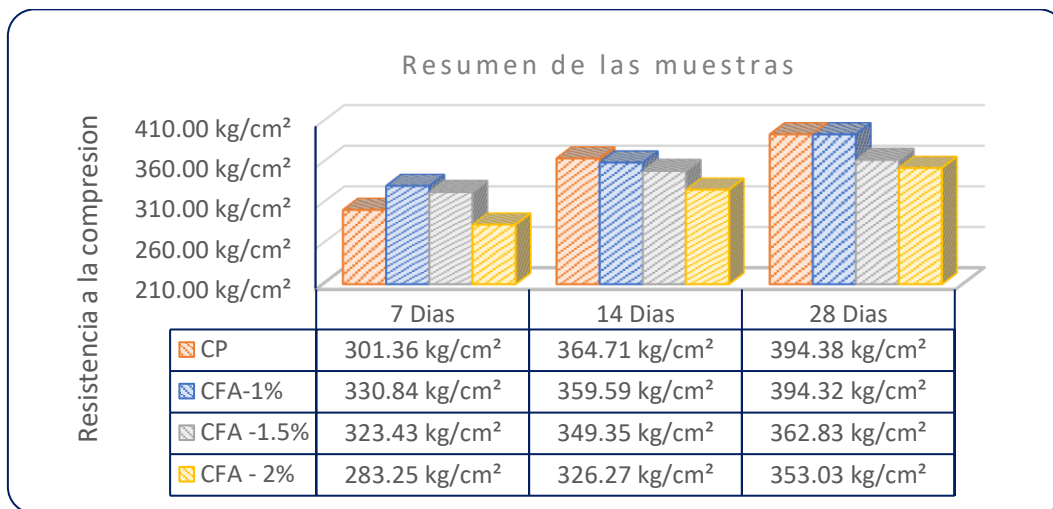
| Control de calidad del concreto                         |                 |                |                            |                                    |  |
|---|-----------------|----------------|----------------------------|------------------------------------|--|
| MTC E-704, NTP 339.034, ASTM C39 -39M, AASHTO T 22-2005 |                 |                |                            |                                    |  |
| Diseño $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>                     |                 |                |                            |                                    |  |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Promedio lectura dial (KN) | Área de testigo (cm <sup>2</sup> ) | Promedio resistencia $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CP – 01   | 9/12/2020       | 7 días         | 536.4                      | 181.5                              | 301.71   |
| CP – 02   | 16/12/2020      | 14 días        | 646.8                      | 180.83                             | 364.71   |
| CP – 03   | 30/12/2020      | 28 días        | 700.2                      | 181.03                             | 394.38   |
| CFA (1%) – 01   | 11/12/2020      | 7 días         | 587.2                      | 181.00                             | 330.84   |
| CFA (1%) – 02   | 18/12/2020      | 14 días        | 638.3                      | 181.00                             | 359.59   |
| CFA (1%) – 03   | 02/01/2021      | 28 días        | 699.9                      | 181.00                             | 394.32   |
| CFA (1.5%) – 01   | 15/12/2020      | 7 días         | 574.9                      | 181.27                             | 323.43   |
| CFA (1.5%) – 02   | 22/12/2020      | 14 días        | 620.9                      | 181.23                             | 349.35   |
| CFA (1.5%) – 03   | 05/01/2021      | 28 días        | 644.3                      | 181.07                             | 362.83   |
| CFA (2%) – 01   | 22/12/2020      | 7 días         | 503.9                      | 181.40                             | 283.25   |
| CFA (2%) – 02   | 29/12/2020      | 14 días        | 580.6                      | 181.47                             | 326.27   |
| CFA (2%) – 03   | 12/01/2021      | 28 días        | 627.7                      | 181.30                             | 353.03   |

*Nota:* información obtenida para realizar comparación de desarrollo de la fortaleza a compresión, con decrecimiento cuanto mayor es la cantidad de fibras por volumen.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 29**

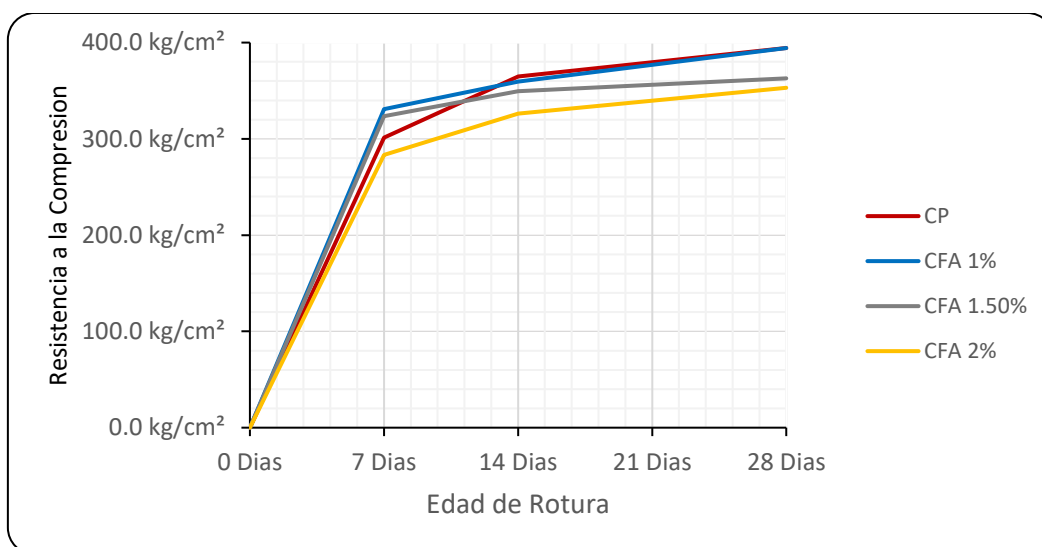
*Resumen de los resultados de resistencia a la compresión*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 30**

*Resumen de los resultados de resistencia a la compresión*



*Nota:* Se visualiza comparación de desarrollo del comportamiento de resistencia de muestra base y reforzado, se evidencia con filamentos metálicas presenta decrecimiento cuanto más es la cantidad.  
Fuente: elaboración propia.

Según las informaciones obtenidas de fortaleza a la compresión, muestra base presenta  $f'c=394.39$  kg/cm<sup>2</sup> y con fibras metálicas de 1% presenta  $f'c =394.32$  kg/cm<sup>2</sup>, de igual manera con 1.5% tiene  $f'c=362.83$  kg/cm<sup>2</sup>, así como también con 2% es  $f'c=353.03$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.4.3 Resultados de ensayo a la flexión del concreto

Sea determinado conforme a NTP 339.078 (2012)

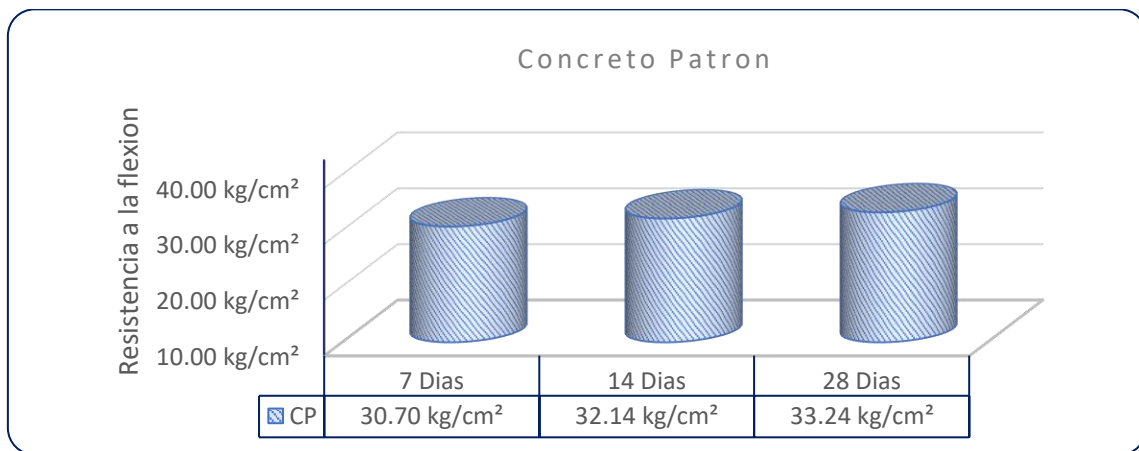
**Tabla 45**

*Resultado de resistencia a la flexión del CP*

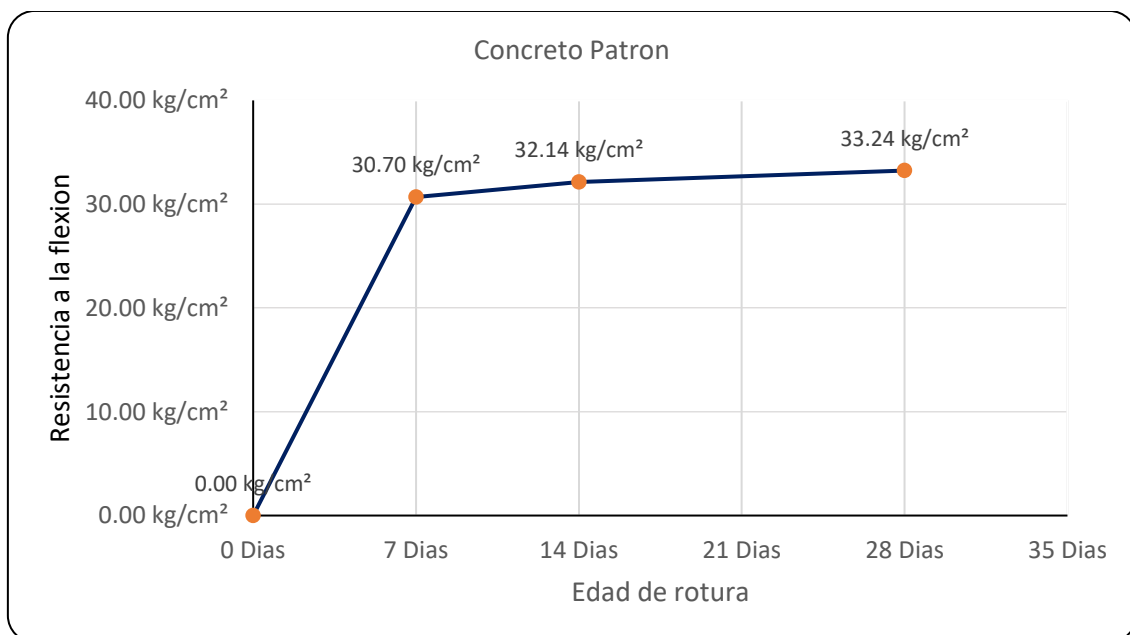
| Control calidad de probeta prismática (viga)                                  |                 |                |                   |                            |  |                                   |
|---|-----------------|----------------|-------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|
| MTC E-709, NTP 339.078, ASTM C-78   |                 |                |                   |                            |  |                                   |
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  |                 |                |                   |                            |  |                                   |
| Fecha de moldeo 2/12/20   |                 |                |                   |                            |  |                                   |
| Dimensiones de viga prismática: Ancho =150 mm, Largo= 500 mm, Altura = 150 mm |                 |                |                   |                            |  |                                   |
| Distancia entre apoyos: 450 mm  |                 |                |                   |                            |  |                                   |
| Método de ensayo: viga simple con carga a los tercios de la luz.              |                 |                |                   |                            |  |                                   |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Módulo de rotura Mr. (MPa) | Módulo de rotura Mr. (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CP – 01   | 9/12/2020       | 7 días         | 22.76             | 3.03                       | 30.95                                      |                                   |
| CP – 02   | 9/12/2020       | 7 días         | 22.31             | 2.97                       | 30.34                                      | 30.70                             |
| CP – 03   | 9/12/2020       | 7 días         | 22.65             | 3.02                       | 30.80                                      |                                   |
| CP – 04   | 16/12/2020      | 14 días        | 23.59             | 3.10                       | 31.66                                      |                                   |
| CP – 05   | 16/12/2020      | 14 días        | 23.96             | 3.19                       | 32.59                                      | 32.14                             |
| CP – 06   | 16/12/2020      | 14 días        | 23.65             | 3.15                       | 32.16                                      |                                   |
| CP – 07   | 30/12/2020      | 28 días        | 24.58             | 3.23                       | 32.99                                      |                                   |
| CP – 08   | 30/12/2020      | 28 días        | 24.44             | 3.26                       | 33.24                                      | 33.24                             |
| CP – 09   | 30/12/2020      | 28 días        | 24.62             | 3.28                       | 33.48                                      |                                   |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a los 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 31***Resultado de resistencia a la flexión del CP*

Fuente: elaboración propia.

**Figura 32***Resultado de resistencia a la flexión del CP*

*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de rigidez con un crecimiento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 46***Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1%)*

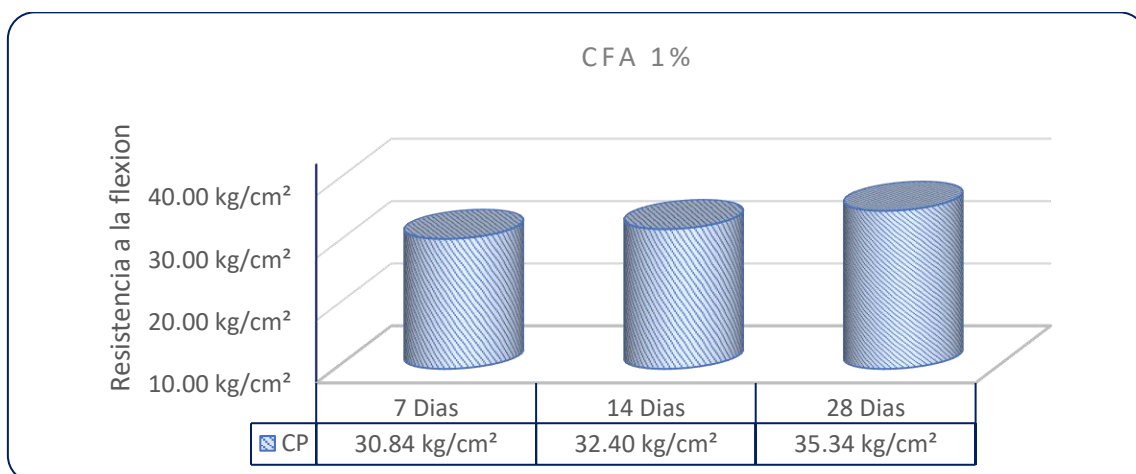
| Control calidad de probeta prismática (viga)                                  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
|---|-----------------|----------------|-------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|
| MTC E-709, NTP 339.078, ASTM C-78   |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Fecha de moldeo 2/12/20   |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Dimensiones de viga prismática: Ancho =150 mm, Largo= 500 mm, Altura = 150 mm |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Distancia entre apoyos: 450 mm  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Método de ensayo: viga simple con carga a los tercios de la luz.              |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Módulo de rotura Mr. (MPa) | Módulo de rotura Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CFA – 01  | 11/12/2020      | 7 días         | 23.16             | 3.05                       | 31.08                                     |                                   |
| CFA – 02  | 11/12/2020      | 7 días         | 22.50             | 2.96                       | 30.20                                     | 30.84                             |
| CFA – 03  | 11/12/2020      | 7 días         | 23.27             | 3.06                       | 31.23                                     |                                   |
| CFA – 04  | 18/12/2020      | 14 días        | 24.43             | 3.17                       | 32.35                                     |                                   |
| CFA – 05  | 18/12/2020      | 14 días        | 24.61             | 3.20                       | 32.59                                     | 32.40                             |
| CFA – 06  | 18/12/2020      | 14 días        | 24.36             | 3.16                       | 32.26                                     |                                   |
| CFA – 07  | 01/01/2021      | 28 días        | 26.60             | 3.45                       | 35.23                                     |                                   |
| CFA – 08  | 01/01/2021      | 28 días        | 27.03             | 3.51                       | 35.80                                     | 35.34                             |
| CFA – 09  | 01/01/2021      | 28 días        | 26.42             | 3.43                       | 34.99                                     |                                   |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 33**

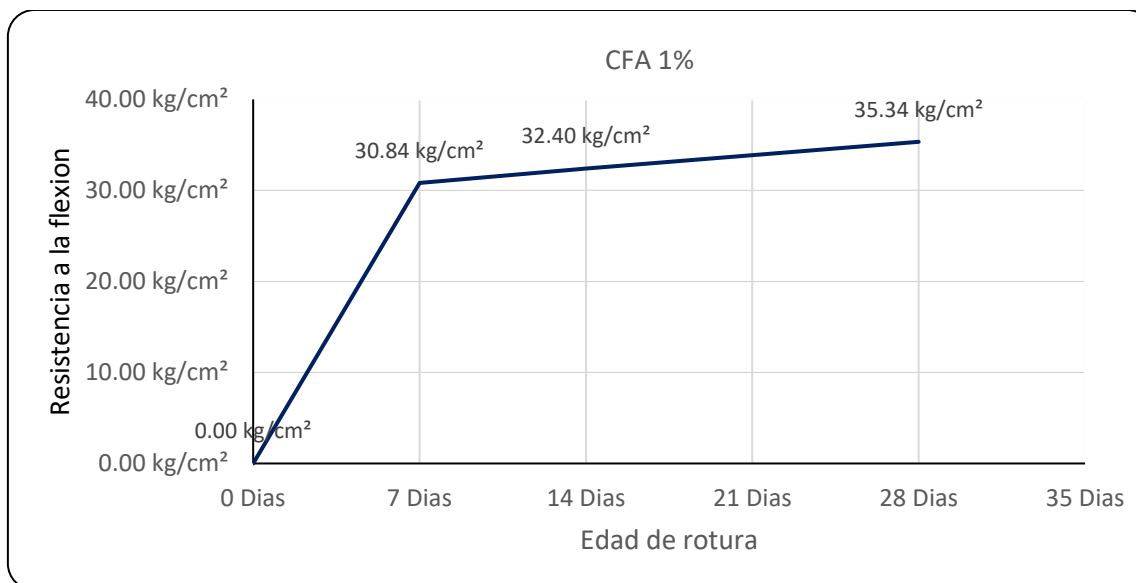
*Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1%)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 34**

*Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1%)*



*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de rigidez con un incremento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 47***Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1.5%)*

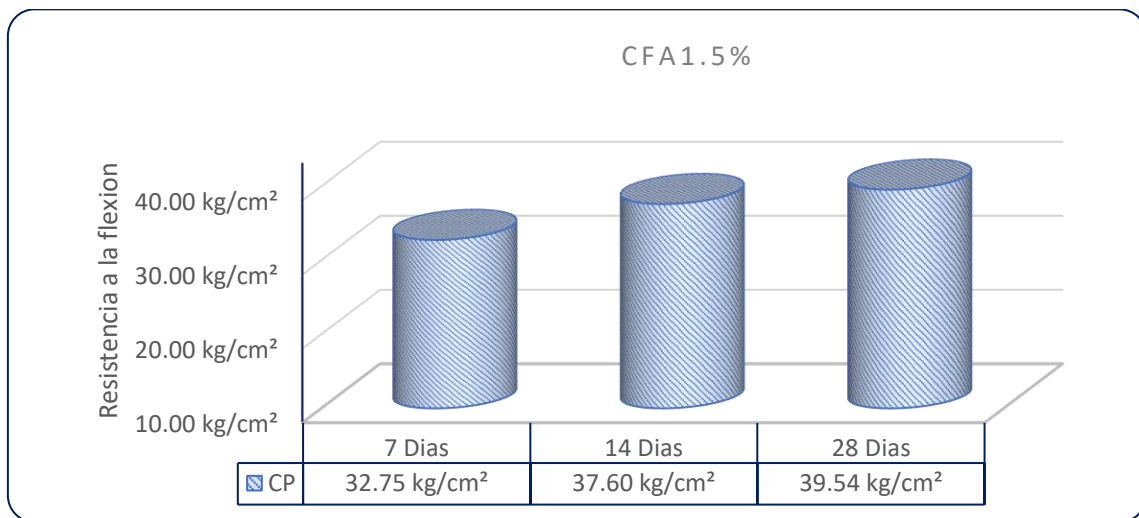
| Control calidad de probeta prismática (viga)                                  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
|---|-----------------|----------------|-------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|
| MTC E-709, NTP 339.078, ASTM C-78   |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Fecha de moldeo 8/12/20   |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Dimensiones de viga prismática: Ancho =150 mm, Largo= 500 mm, Altura = 150 mm |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Distancia entre apoyos: 450 mm  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Método de ensayo: viga simple con carga a los tercios de la luz.              |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Módulo de rotura Mr. (MPa) | Módulo de rotura Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CFA – 01  | 15/12/2020      | 7 días         | 24.07             | 3.17                       | 32.30                                     |                                   |
| CFA – 02  | 15/12/2020      | 7 días         | 24.36             | 3.21                       | 32.69                                     | 32.75                             |
| CFA – 03  | 15/12/2020      | 7 días         | 24.77             | 3.26                       | 33.24                                     |                                   |
| CFA – 04  | 22/12/2020      | 14 días        | 28.51             | 3.70                       | 37.76                                     |                                   |
| CFA – 05  | 22/12/2020      | 14 días        | 28.09             | 3.65                       | 37.20                                     | 37.60                             |
| CFA – 06  | 22/12/2020      | 14 días        | 28.57             | 3.71                       | 37.84                                     |                                   |
| CFA – 07  | 05/01/2021      | 28 días        | 29.41             | 3.82                       | 38.95                                     |                                   |
| CFA – 08  | 05/01/2021      | 28 días        | 30.57             | 3.97                       | 40.49                                     | 39.54                             |
| CFA – 09  | 05/01/2021      | 28 días        | 29.59             | 3.84                       | 39.19                                     |                                   |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a los 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 35**

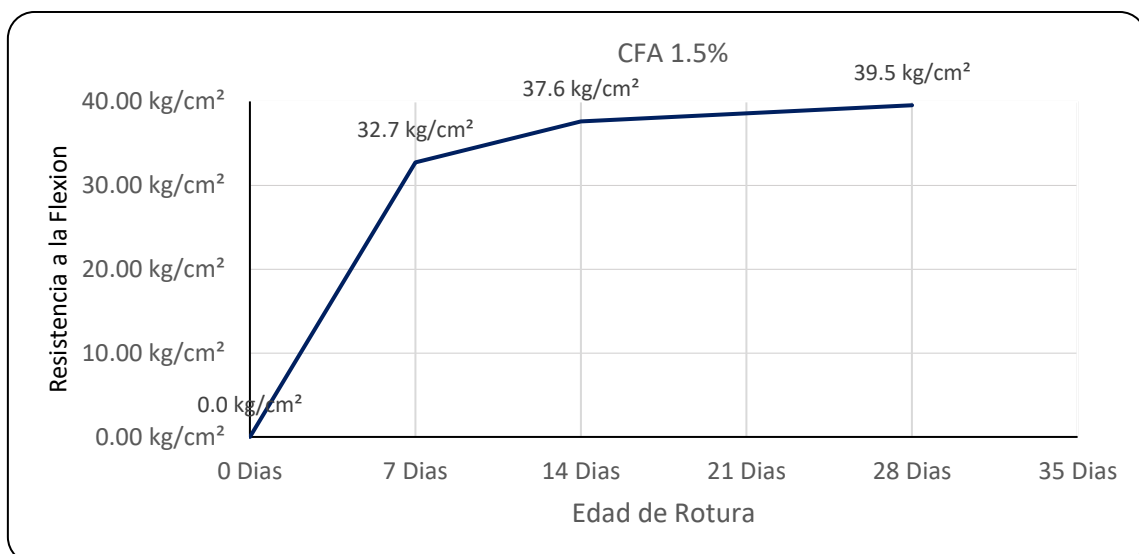
*Resultado de resistencia a la flexión del CFA (1.5%)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 36**

*Resistencia a la flexión del CFA (1.5%)*



*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de fortaleza con un crecimiento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 48***Resultado de resistencia a la flexión del CFA (2%)*

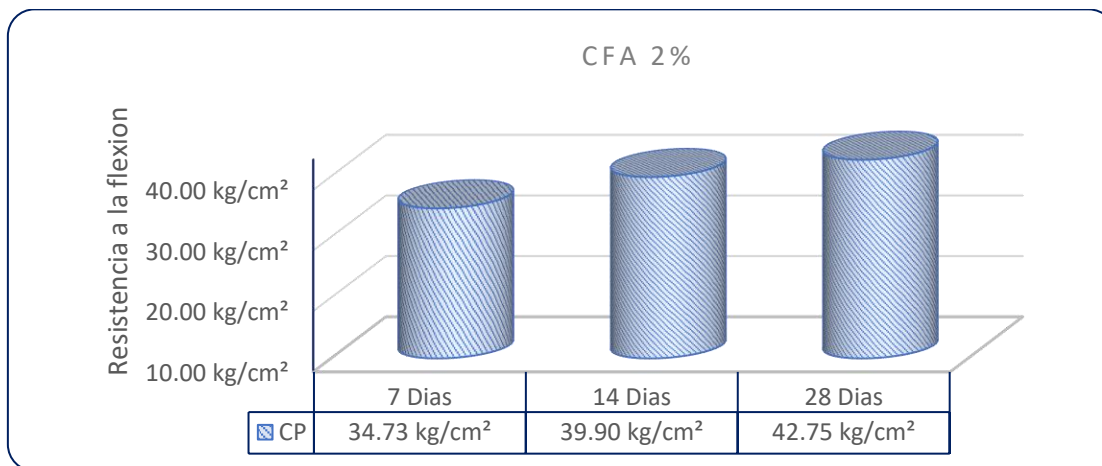
| Control calidad de probeta prismática (viga)                                  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
|---|-----------------|----------------|-------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|
| MTC E-709, NTP 339.078, ASTM C-78   |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Fecha de moldeo 15/12/20  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Dimensiones de viga prismática: Ancho =150 mm, Largo= 500 mm, Altura = 150 mm |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Distancia entre apoyos: 450 mm  |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| Método de ensayo: viga simple con carga a los tercios de la luz.              |                 |                |                   |                            |   |                                   |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Módulo de rotura Mr. (MPa) | Módulo de rotura Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CFA – 01  | 22/12/2020      | 7 días         | 25.89             | 3.41                       | 34.75                                     |                                   |
| CFA – 02  | 22/12/2020      | 7 días         | 25.84             | 3.40                       | 34.68                                     | 34.73                             |
| CFA – 03  | 22/12/2020      | 7 días         | 25.91             | 3.41                       | 34.77                                     |                                   |
| CFA – 04  | 29/12/2020      | 14 días        | 30.90             | 4.01                       | 40.92                                     |                                   |
| CFA – 05  | 29/12/2020      | 14 días        | 29.60             | 3.84                       | 39.20                                     | 39.90                             |
| CFA – 06  | 29/12/2020      | 14 días        | 29.88             | 3.88                       | 39.57                                     |                                   |
| CFA – 07  | 12/01/2021      | 28 días        | 32.11             | 4.11                       | 41.97                                     |                                   |
| CFA – 08  | 12/01/2021      | 28 días        | 33.02             | 4.29                       | 43.73                                     | 42.75                             |
| CFA – 09  | 12/01/2021      | 28 días        | 32.12             | 4.17                       | 42.54                                     |                                   |

*Nota:* información obtenida con edades de prueba a los 7, 14, 28 días.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 37**

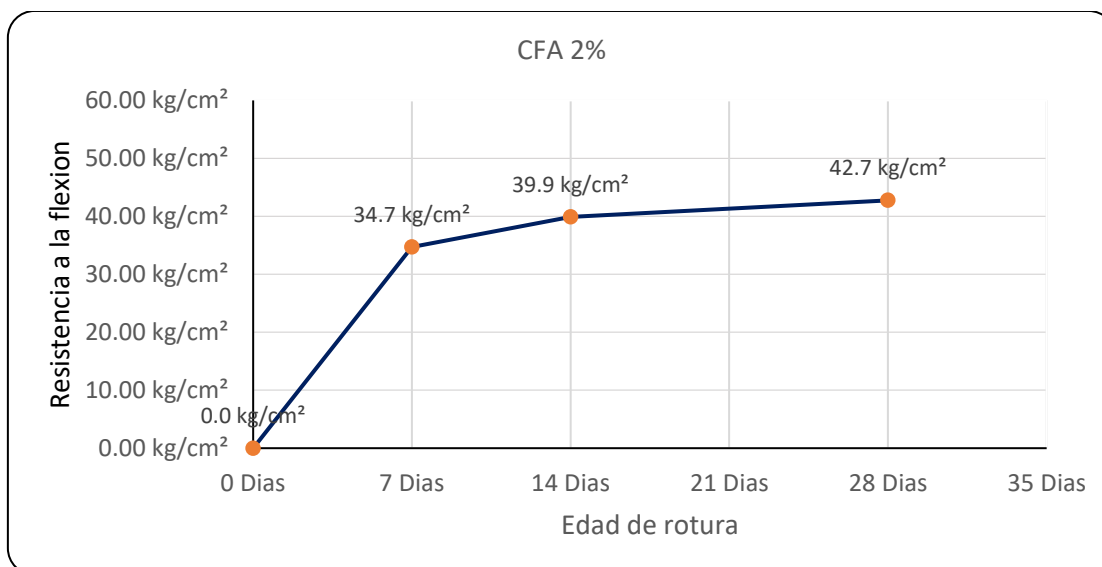
Resultado de resistencia a la flexión del CFA (2%)



Fuente: elaboración propia.

**Figura 38**

Resultado de resistencia a la flexión del CFA (2%)



*Nota:* Se visualiza el desarrollo del comportamiento de fuerza con un crecimiento conforme a la edad prueba realizada.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.4.4 Resumen de los resultados de resistencia a la flexión

**Tabla 49**

*Resumen de los resultados de resistencia a la flexión del concreto*

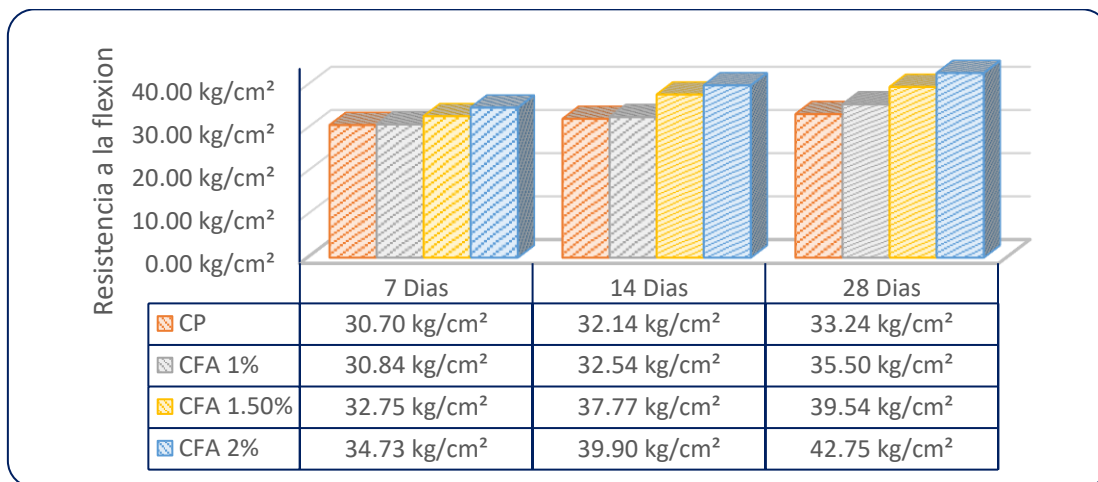
| Control calidad de probeta prismática (viga)<br>MTC E-709, NTP 339.078, ASTM C-78 |                 |                |                   |                            |   |
|---|-----------------|----------------|-------------------|----------------------------|---|
| Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  |                 |                |                   |                            |   |
| Dimensiones de viga prismática: Ancho =150 mm, Largo= 500 mm, Altura = 150 mm     |                 |                |                   |                            |   |
| Distancia entre apoyos: 450 mm  |                 |                |                   |                            |   |
| Método de ensayo: viga simple con carga a los tercios de la luz.                  |                 |                |                   |                            |   |
| N°  | Fecha de rotura | Edad de rotura | Lectura dial (KN) | Módulo de rotura Mr. (MPa) | Módulo de rotura Mr.(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CP – 01   | 9/12/2020       | 7 días         | 22.87             | 3.05                       | 31.11                                     |
| CP – 02   | 16/12/2020      | 14 días        | 23.73             | 3.15                       | 32.14                                     |
| CP – 03   | 30/12/2020      | 28 días        | 24.55             | 3.26                       | 33.24                                     |
| CFA (1%) – 01   | 11/12/2020      | 7 días         | 22.98             | 3.02                       | 30.84                                     |
| CFA (1%) – 02   | 18/12/2020      | 14 días        | 24.47             | 3.18                       | 32.54                                     |
| CFA (1%) – 03   | 01/01/2021      | 28 días        | 26.68             | 3.46                       | 35.50                                     |
| CFA (1.5%) – 01   | 15/12/2020      | 7 días         | 24.40             | 3.21                       | 32.75                                     |
| CFA (1.5%) – 02   | 22/12/2020      | 14 días        | 28.39             | 3.69                       | 37.77                                     |
| CFA (1.5%) – 03   | 05/01/2021      | 28 días        | 29.86             | 3.88                       | 39.54                                     |
| CFA (2%) – 01   | 22/12/2020      | 7 días         | 25.88             | 3.41                       | 34.73                                     |
| CFA (2%) – 02   | 29/12/2020      | 14 días        | 30.13             | 3.91                       | 39.90                                     |
| CFA (2%) – 03   | 12/01/2021      | 28 días        | 32.42             | 4.19                       | 42.75                                     |

*Nota:* información obtenida de desarrollo del comportamiento de rigidez con incremento cuanto más es filamentos metálicos con relación al concreto normal

Fuente: elaboración propia.

**Figura 39**

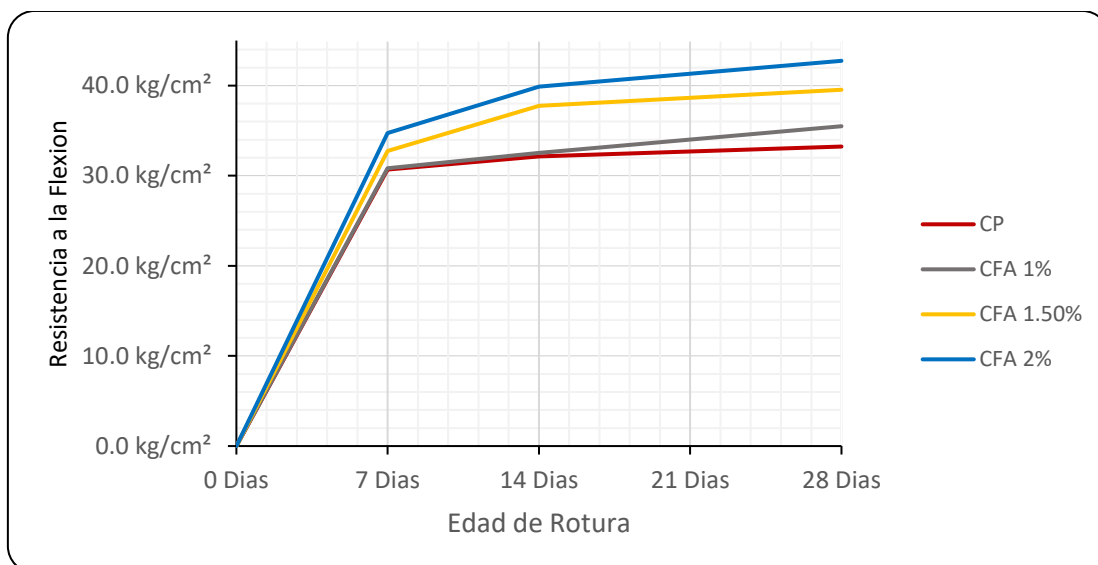
*Resumen de los resultados de resistencia a la flexión*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 40**

*Comparación de los resultados de ensayo a la flexión*



*Nota:* Se visualiza comparación de desarrollo de la conducta de rigidez de muestras base e incorporado, se puede apreciar con fibras presenta incremento a medida que se añade la cantidad.

Fuente: elaboración propia.

Se puede verificar a los 28 días, concreto patrón tiene módulo rotura de  $M_r = 33.24 \text{ kg/cm}^2$ , así como también reforzado con fibras de acero 1% presenta  $M_r = 35.34 \text{ kg/cm}^2$ , de igual manera con 1.5% tiene  $M_r = 39.54 \text{ kg/cm}^2$ , así mismo con 2% alcanza  $M_r = 42.75 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.1.5 Análisis de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup> del concreto

**Tabla 50**

*Análisis de precios unitarios del CP*

| Análisis de precios unitarios                 |                |   |          |        |         |
|---|----------------|---|----------|--------|---------|
| Pavimento rígido: f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> |                |   |          |        |         |
| Unidad : m <sup>3</sup>                       |                |   |          |        |         |
| Rendimiento: 20 m <sup>3</sup> /día           |                | Precio unitario directo por m <sup>3</sup> : s/. 360.80 |          |        |         |
| Descripción                                   | Und            | Cuadrilla   | Cantidad | Precio | Parcial |
| <b>Mano de obra</b>                           |                |   |          |        |         |
| Operario                                      | Hh             | 2.00  | 0.8000   | 23.8   | 19.04   |
| Oficial                                       | Hh             | 2.00  | 0.8000   | 18.84  | 15.07   |
| Peón  | Hh             | 8.00  | 3.2000   | 17.01  | 54.43   |
|   |                |   |          |        | 88.54   |
| <b>Materiales</b>                             |                |   |          |        |         |
| Agr. grueso de 3/4"                           | m <sup>3</sup> |   | 0.7100   | 55     | 39.05   |
| Agr. Fino                                     | m <sup>3</sup> |   | 0.4100   | 75     | 30.75   |
| Cemento                                       | Bls            |   | 8.1100   | 22.5   | 182.48  |
| Agua  | m <sup>3</sup> |   | 0.1900   | 9.23   | 1.75    |
| Gasolina 84 octanos                           | Gln            |   | 0.2100   | 14.62  | 3.07    |
|   |                |   |          |        | 257.10  |
| <b>Equipo</b>                                 |                |   |          |        |         |
| Herramientas manuales                         | %mo            |   | 3%       | 88.54  | 2.66    |
| Vibrador de concreto 4 hp 2.4"                | Hm             | 1.00  | 0.5000   | 10.00  | 5.00    |
| Mezcla de concreto tambor 9 p <sup>3</sup>    | Hm             | 1.00  | 0.5000   | 15.00  | 7.50    |
|   |                |   |          |        | 15.16   |

*Nota:* información obtenida de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup> y los análisis fueron según la referencia de CAPECO.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 51***Análisis de precios unitarios del CFA (1%)*

| Análisis de precios unitarios  |   |           |          |        |         |
|--|---|-----------|----------|--------|---------|
| Pavimento rígido: f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con fibras de acero 1% |   |           |          |        |         |
| Unidad   | : m <sup>3</sup>  |           |          |        |         |
| Rendimiento: 20 m <sup>3</sup> /día                                  | Precio unitario directo por m <sup>3</sup> : s/. 672.69 |           |          |        |         |
| Descripción  | Und   | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| <b>Mano de obra</b>  |   |           |          |        |         |
| Operario   | Hh  | 2.00      | 0.8000   | 23.8   | 19.04   |
| Oficial  | Hh  | 2.00      | 0.8000   | 18.84  | 15.07   |
| Peón   | Hh  | 8.00      | 3.2000   | 17.01  | 54.43   |
|  |   |           |          |        | 88.54   |
| <b>Materiales</b>  |   |           |          |        |         |
| Agr. grueso de 3/4"  | m <sup>3</sup>  |           | 0.7100   | 55     | 39.05   |
| Agr. Fino  | m <sup>3</sup>  |           | 0.4100   | 75     | 30.75   |
| Cemento  | Bls   |           | 8.1100   | 22.5   | 182.48  |
| Agua   | m <sup>3</sup>  |           | 0.1900   | 9.23   | 1.75    |
| Gasolina 84 octanos  | Gln   |           | 0.2100   | 14.62  | 3.07    |
| Fibras de acero  | Kg  |           | 23.53    | 13.00  | 305.89  |
|  |   |           |          |        | 568.99  |
| <b>Equipo</b>  |   |           |          |        |         |
| Herramientas manuales  | %mo   |           | 3%       | 88.54  | 2.66    |
| Vibrador de concreto 4 hp 2.4"                                       | Hm  | 1.00      | 0.5000   | 10.00  | 5.00    |
| Mezcla de concreto tambor 9 p <sup>3</sup>                           | Hm  | 1.00      | 0.5000   | 15.00  | 7.50    |
|  |   |           |          |        | 15.16   |

*Nota:* información obtenida de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup> y los análisis fueron según la referencia de CAPECO.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 52***Análisis de precios unitarios del CFA (1.5%)*

| Análisis de precios unitarios  |   |           |          |        |         |
|--|---|-----------|----------|--------|---------|
| Pavimento rígido: f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con fibras de acero 1.5% |   |           |          |        |         |
| Unidad   | : m <sup>3</sup>  |           |          |        |         |
| Rendimiento: 20 m <sup>3</sup> /día                                    | Precio unitario directo por m <sup>3</sup> : s/. 819.57 |           |          |        |         |
| Descripción  | Und   | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| <b>Mano de obra</b>  |   |           |          |        |         |
| Operario   | Hh  | 2.00      | 0.8000   | 23.8   | 19.04   |
| Oficial  | Hh  | 2.00      | 0.8000   | 18.84  | 15.07   |
| Peón   | Hh  | 8.00      | 3.2000   | 17.01  | 54.43   |
|  |   |           |          |        | 88.54   |
| <b>Materiales</b>  |   |           |          |        |         |
| Agr. grueso de 3/4"  | m <sup>3</sup>  |           | 0.7100   | 55     | 39.05   |
| Agr. Fino  | m <sup>3</sup>  |           | 0.4100   | 75     | 30.75   |
| Cemento  | Bls   |           | 8.1100   | 22.5   | 182.48  |
| Agua   | m <sup>3</sup>  |           | 0.1900   | 9.23   | 1.75    |
| Gasolina 84 octanos  | Gln   |           | 0.2100   | 14.62  | 3.07    |
| Fibras de acero  | Kg  |           | 35.29    | 13.00  | 305.89  |
|  |   |           |          |        | 715.87  |
| <b>Equipo</b>  |   |           |          |        |         |
| Herramientas manuales  | %mo   |           | 3%       | 88.54  | 2.66    |
| Vibrador de concreto 4 hp 2.4"   | Hm  | 1.00      | 0.5000   | 10.00  | 5.00    |
| Mezcla de concreto tambor 9 p <sup>3</sup>                             | Hm  | 1.00      | 0.5000   | 15.00  | 7.50    |
|  |   |           |          |        | 15.16   |

*Nota:* información obtenida de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup> y los análisis fueron según la referencia de CAPECO.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 53***Análisis de precios unitarios del CFA 2%*

| Análisis de precios unitarios  |   |           |          |        |         |
|--|---|-----------|----------|--------|---------|
| Pavimento rígido: f 'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con fibras de acero 2% |   |           |          |        |         |
| Unidad   | : m <sup>3</sup>  |           |          |        |         |
| Rendimiento: 20 m <sup>3</sup> /día                                  | Precio unitario directo por m <sup>3</sup> : s/. 972.45 |           |          |        |         |
| Descripción  | Und   | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| <b>Mano de obra</b>  |   |           |          |        |         |
| Operario   | Hh  | 2.00      | 0.8000   | 23.8   | 19.04   |
| Oficial  | Hh  | 2.00      | 0.8000   | 18.84  | 15.07   |
| Peón   | Hh  | 8.00      | 3.2000   | 17.01  | 54.43   |
|  |   |           |          |        | 88.54   |
| <b>Materiales</b>  |   |           |          |        |         |
| Agr. grueso de 3/4"  | m <sup>3</sup>  |           | 0.7100   | 55     | 39.05   |
| Agr. Fino  | m <sup>3</sup>  |           | 0.4100   | 75     | 30.75   |
| Cemento  | Bls   |           | 8.1100   | 22.5   | 182.48  |
| Agua   | m <sup>3</sup>  |           | 0.1900   | 9.23   | 1.75    |
| Gasolina 84 octanos  | Gln   |           | 0.2100   | 14.62  | 3.07    |
| Fibras de acero  | Kg  |           | 35.29    | 13.00  | 305.89  |
|  |   |           |          |        | 868.75  |
| <b>Equipo</b>  |   |           |          |        |         |
| Herramientas manuales  | %mo   |           | 3%       | 88.54  | 2.66    |
| Vibrador de concreto 4 hp 2.4"                                       | Hm  | 1.00      | 0.5000   | 10.00  | 5.00    |
| Mezcla de concreto tambor 9 p <sup>3</sup>                           | Hm  | 1.00      | 0.5000   | 15.00  | 7.50    |
|  |   |           |          |        | 15.16   |

*Nota:* información obtenida de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup> y los análisis fueron según la referencia de CAPECO.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 54***Resumen de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup>*

| Descripción     | Und            | Precio s/. |
|-----------------|----------------|------------|
| Concreto patrón | m <sup>3</sup> | 360.80     |
| CFA (1%)        | m <sup>3</sup> | 672.69     |
| CFA (1.5%)      | m <sup>3</sup> | 819.57     |
| CFA (2%)        | m <sup>3</sup> | 972.45     |

*Nota:* comparación de precios unitarios por 1 m<sup>3</sup> y los análisis fueron según la referencia de CAPECO.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2 Discusión de resultados**

De acuerdo a las informaciones obtenidas de las características de áridos, se procedió diseño de mezcla  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de los filamentos metálicos de proporciones 1%, 1.5% y 2% por volumen, conforme a los datos obtenidos en laboratorio y gabinete fueron los siguientes análisis:

- 1) Con respecto al objetivo específico 1, fue determinar el comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto:

Para evaluar el comportamiento, se realizó mediante la prueba de revenimiento y los resultados obtenidos son: concreto incorporado con fibras de acero 1% por volumen presenta 4 pulg. con buena trabajabilidad y consistencia plástica, del mismo modo con 1.5% presenta 2.8 pulg. con regular trabajabilidad y consistencia plástica, así como también con 2% presenta 2.4 pulg. con baja trabajabilidad y consistencia seca, el asentamiento decrece con relación al concreto patrón que tiene 4.5 pulg. con muy buena trabajabilidad y consistencia plástica.

Rodríguez, C. (2016), en su investigación utilizó fibras de acero de cantidad 20 kg/m<sup>3</sup> por volumen y como resultado consiguió lo siguiente: el asentamiento de concreto reforzado tiene 1.5" con baja trabajabilidad y consistencia seca, así mismo sin refuerzo presenta 2.8"

con buena trabajabilidad de la misma manera la consistencia es plástica. Se puede evidenciar que el asentamiento decrece con respecto a concreto simple.

Rodríguez, F. (2013), tuvo como propósito empleo fibras de acero de cantidades 0.25%, 0.50%, 1% y los resultados de revenimiento son los siguientes: 4.7", 3.9", 3.5" correspondientemente, así mismo presentan disminución de revenimiento con relación al concreto normal que tiene 4.9".

2) Con respecto al objetivo específico 2, fue determinar el comportamiento de las propiedades en estado endurecido.

Para analizar el comportamiento de fortaleza a la compresión y flexión sea obtenido los siguientes datos con la incorporación de las fibras metálicas de cantidades 1%, 1.5% y 2% por volumen. Las informaciones obtenidas son los siguientes: rigidez a la compresión presenta  $f'c=394.32$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c=362.83$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=353.03$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con una reducción de 0.02%, 8% y 10.50% correspondientemente con relación al concreto patrón que tiene  $f'c=394.38$  kg/cm<sup>2</sup>; del mismo modo fortaleza a la flexión son los siguientes  $Mr.=35.50$  kg/cm<sup>2</sup>,  $Mr.=39.54$  kg/cm<sup>2</sup> y  $Mr.=42.75$  kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 6.8%, 19.0% y 28.6% con relación a muestra patrón que presenta  $Mr.=33.24$  kg/cm<sup>2</sup>.

De la Cruz, W, y, Quispe, W. (2014), en su estudio añadió fibras metálicas de cantidad 20 kg/m<sup>3</sup> al concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Las informaciones obtenidas son los siguientes: aguante a la compresión de muestra reforzado es  $f'c=272$  kg/cm<sup>2</sup> presenta un incremento de 3.4% con relación a concreto normal que presenta  $f'c=262.73$  kg/cm<sup>2</sup>; así como también aguante a la flexión con fibras tiene  $Mr.=44$  kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 17.8% en relación a concreto patrón que es  $Mr.=36.16$  kg/cm<sup>2</sup> a los 45 días. Se puede evidenciar incremento ligero fortaleza a compresión y con mejor aguante de resistencia a la flexión.

Polo, J, y Risco, J. (2018), en su investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de incorporación de filamentos metálicos tipo CHO 65/35 NB para incrementar rigidez de la muestra  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , para determinar dicho propósito se adiciono fibras de cantidades 1.5% y 3%. Los resultados obtenidos son: aguante a compresión de muestra incorporado alcanzó  $f'c=503 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=441 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento de 15.9% y 4.2% con relación a concreto patrón que tiene  $f'c=423 \text{ kg/cm}^2$ ; de la misma manera aguante a la flexión de muestra reforzado obtuvo  $Mr. = 59.04 \text{ kg/cm}^2$  y  $Mr. = 69.95 \text{ kg/cm}^2$  con un incremento de 23.84% y 55.58% en relación a concreto patrón que consiguió  $Mr. = 44.96 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, con dosis de 3% tiene excelente fortaleza a flexión en relación a 1.5%, en cambio con 1.5% tiene más rigidez a compresión respecto a 3%, como recomendación según la tesis la cantidad óptima de las fibras metálicas es 1.5% con excelente trabajabilidad y resistencia.

### 4.3 Prueba de hipótesis

#### 4.3.1 Prueba de hipótesis específica 1

##### 4.3.1.1 Prueba de hipótesis en estado fresco

a) Parámetro de interés

**Tabla 55**

*Valores estadísticos de asentamiento*

| Descripción               | Concreto | Concreto con fibras de acero |       |       |
|---------------------------|----------|------------------------------|-------|-------|
|                           | Patrón   | 1%                           | 1.5%  | 2%    |
| Media aritmética          | 4.50"    | 4"                           | 2.80" | 2.40" |
| Varianza muestral         | 0.02     | 0.06                         | 0.01  | 0.02  |
| Desviación estándar       | 0.15     | 0.25                         | 0.10  | 0.15  |
| Coefficiente de variación | 3.4%     | 6.2%                         | 3.6%  | 6.3%  |

*Nota:* Valores obtenidos de asentamiento en estado fresco del concreto

Fuente: elaboración propia.

## b) Planteamiento de la hipótesis

Ho: La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío del 1%, 1.5% y 2% de volumen del concreto, no influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

H1: La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío del 1%, 1.5% y 2% de volumen del concreto, si influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

## c) Nivel de significancia

Para este tipo de estudio se tomó:

$\alpha = 0.05$  con 95% de probabilidad de confianza

## d) Cálculo de valores críticos y valores de prueba

Grados de libertad:  $GL = n_1 + n_2 - 2 = 3 + 3 - 2 = 4$

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}, \quad Vp = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

$Rc = -2.132$  (calculo según la tabla t-student en anexo)

Donde:

$S_1^2$ : varianza

$\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$ : promedio aritmético

Rc: región crítica o técnica del control

Vp: valor de prueba

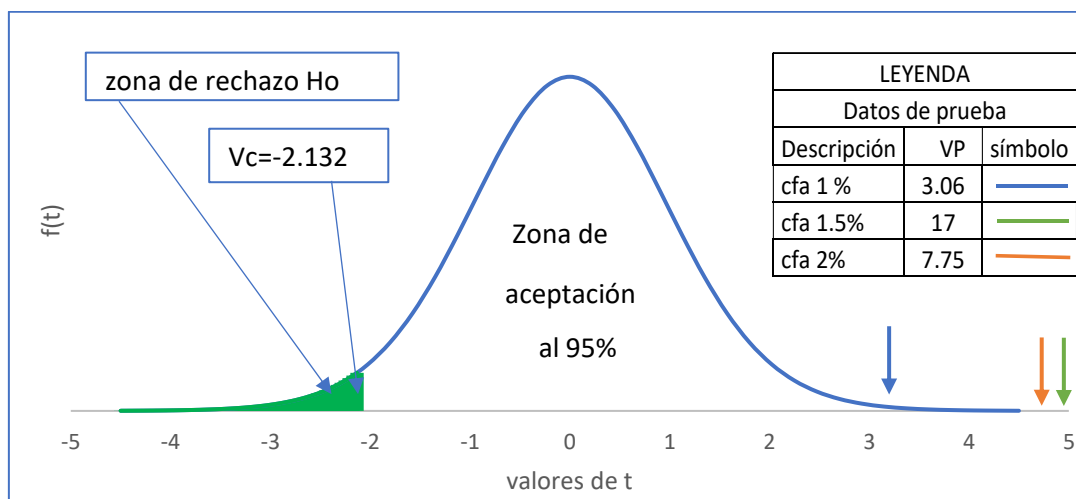
Gl: grado de libertad

**Tabla 56***Resultado de la prueba de hipótesis específica 1*

| Detalle  | Muestra con fibras de acero                     |       |      |
|--|---|-------|------|
|  | 1%  | 1.5%  | 2%   |
| Planteamiento de pregunta  |   |       |      |
| Hipótesis alternativa H1: $\mu_1 < \mu_2$ (asentamiento del concreto normal es menor que concreto incorporado con fibras metálicas de 1%, 1.5% y 2%) |   |       |      |
| Nivel de significancia   | 0.05  |       |      |
| Región crítica (Rc)  | $<-\infty; -2.132]$                             |       |      |
| Valor de prueba (Vp)   | 3.06  | 17.00 | 7.75 |
| Condición  | Si $V_p \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza $H_0$  |       |      |
| Decisión   | Como $VP \notin RC \Rightarrow$ se acepta $H_0$ |       |      |

*Nota:* análisis prueba de hipótesis en estado fresco del concreto.

*Fuente:* elaboración propia.

**Figura 41***Prueba de hipótesis específica 1 en estado fresco del concreto*

*Nota:* La figura muestra zona de rechazo, valor crítico (vc) y valor de prueba (vp).

*Fuente:* elaboración propia.

e) **Decisión:**  $H_0$ , se acepta esta hipótesis nula.

**Conclusión:** revenimiento del concreto patrón no es menor que concreto incorporado, por lo tanto, la inclusión de los filamentos metálicos de 1%, 1.5% y 2% por volumen no influye en mejoramiento de las propiedades en estado fresco.

### 4.3.2 Prueba de hipótesis específica 2

#### 4.3.2.1 Prueba de hipótesis de resistencia a la compresión

a) Parámetro de interés

**Tabla 57**

*Valores estadísticos de resistencia a la compresión*

| Descripción                            | Concreto | Muestra con fibras de acero |        |       |
|--|----------|-----------------------------|--------|-------|
|  | Patrón   | 1%                          | 1.5%   | 2%    |
| Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> ) | 394.387  | 394.32                      | 362.80 | 353.3 |
| Varianza muestral                      | 45.023   | 93.841                      | 127.75 | 27.44 |
| Desviación estándar                    | 6.71     | 9.687                       | 11.301 | 5.243 |
| Coefficiente de variación              | 1.7%     | 2.5%                        | 3.1%   | 1.49% |

Fuente: elaboración propia.

b) Hipótesis

Ho: La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío del 1%, 1.5% y 2% de volumen del concreto, no influye en mejoramiento de resistencia a compresión con respecto al concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

H1: La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío del 1%, 1.5% y 2% de volumen del concreto, si influye en mejoramiento de resistencia a compresión con respecto al concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

**Tabla 58**

*Resultado de la prueba de hipótesis específica 2 de resistencia a la compresión*

| Descripción  | Concreto con fibras de acero |      |    |
|--|------------------------------|------|----|
|  | 1%                           | 1.5% | 2% |
| Planteamiento de pregunta  |                              |      |    |
| H1: $\mu_2$ entonces $\mu_1 < \mu_2$ (rigidez a la compresión de muestra patrón es menor que incorporado con fibras metálicas 1%, 1.5% y 2%) |                              |      |    |

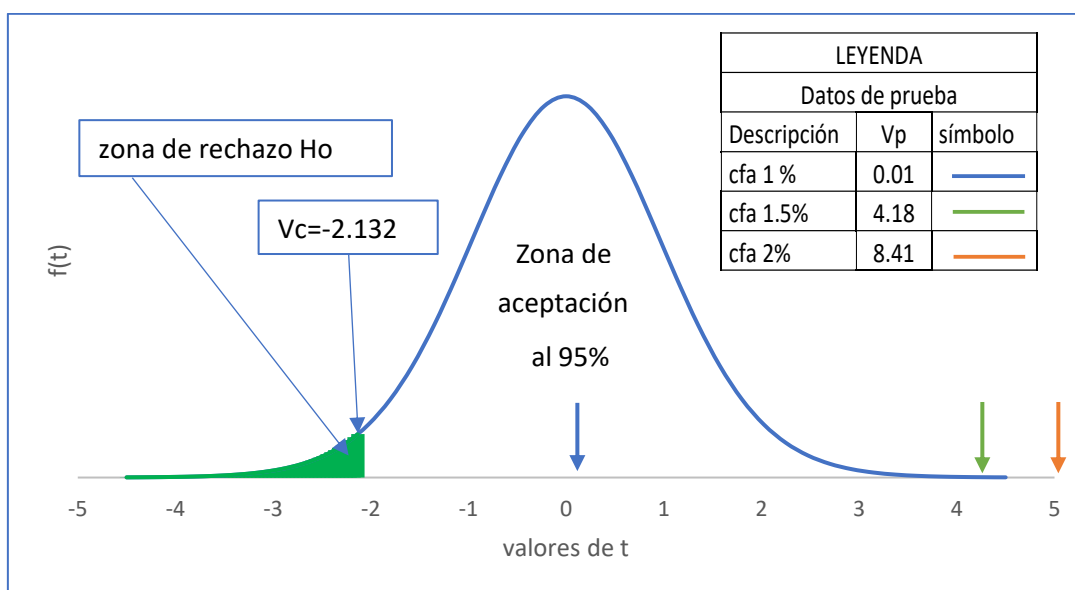
|                                |   |       |       |
|--------------------------------|---|-------|-------|
| Nivel de significancia         | 0.05  |       |       |
| Región crítica (Rc)            | <math>-\infty; -2.132]</math>                   |       |       |
| Valor de prueba calculado (Vp) | 0.010   | 4.157 | 8.411 |
| Condición                      | Si $Vp \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza $H_0$   |       |       |
| Decisión                       | Como $VP \notin RC \Rightarrow$ se acepta $H_0$ |       |       |

*Nota:* análisis comprobación de hipótesis en estado endurecido del concreto.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 42**

*Prueba de hipótesis específica 2 de resistencia a la compresión*



*Nota:* La figura muestra zona de rechazo, valor crítico (vc) y valor de prueba (vp).

Fuente: elaboración propia.

c) **Decisión:**  $H_0$ , se acepta hipótesis nula.

**Conclusión:** la resistencia a la compresión del concreto patrón no es menor que concreto adicionado, por lo tanto, la adición de los filamentos metálicos 1%, 1.5% y 2% no influye en mejoramiento de fortaleza a la compresión.

### 4.3.2.1.1 Prueba de hipótesis de rigidez a la flexión

a) Parámetro de interés

**Tabla 59**

*Valores estadísticos de resistencia a la flexión*

| Descripción                            | Concreto<br>Patrón | Muestra con fibras de acero |        |       |
|--|--------------------|-----------------------------|--------|-------|
|  |                    | 1%                          | 1.5%   | 2%    |
| Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.2368            | 35.50                       | 39.542 | 42.75 |
| Varianza muestral                      | 0.0611             | 0.172                       | 0.684  | 0.81  |
| Desviación estándar                    | 0.2471             | 0.415                       | 0.827  | 0.90  |
| Coefficiente de variación              | 0.74%              | 1.2%                        | 2.10%  | 2.10% |

Fuente: elaboración propia.

b) Hipótesis

Ho: La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío del 1% de volumen del concreto, no influye en mejoramiento de resistencia a la flexión con respecto al concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

H1: La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío del 1% de volumen del concreto, si influye en mejoramiento de resistencia a la flexión con respecto al concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.

**Tabla 60**

*Resultado de la prueba de hipótesis específica 2 de rigidez a la flexión*

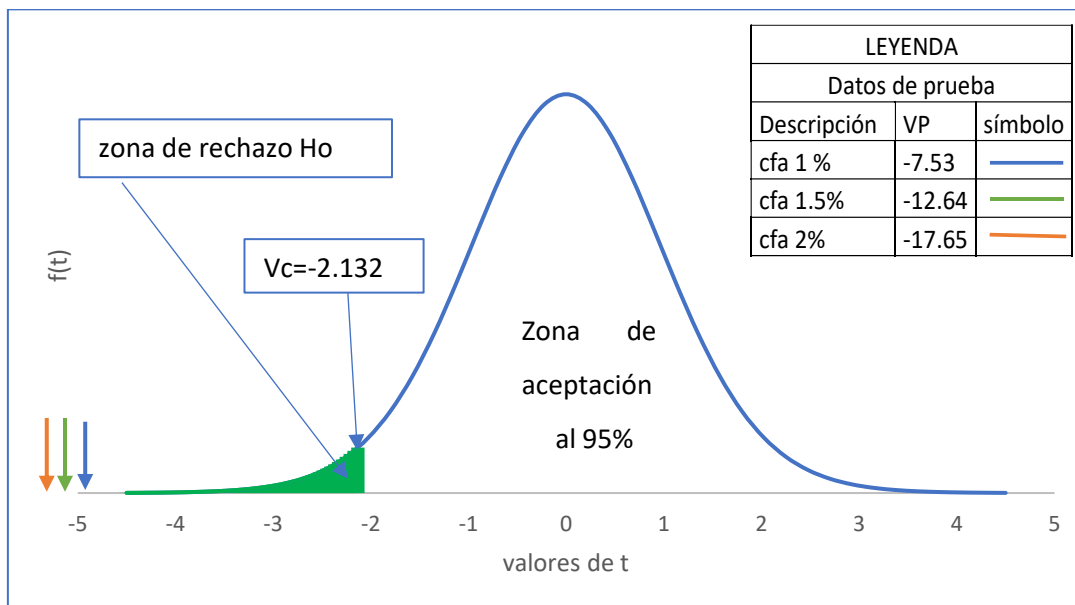
| Descripción   | Muestra con fibras de acero                  |         |         |
|---|--|---------|---------|
|   | 1%   | 1.5%    | 2%      |
| Planteamiento de pregunta   |  |         |         |
| Hipótesis alternativa H1: $\mu_2$ entonces $\mu_1 < \mu_2$ (rigidez a la flexión de la muestra patrón es menor que incorporado de fibras metálicas 1%, 1.5% y 2%) |  |         |         |
| Nivel de significancia  | 0.05   |         |         |
| Región crítica (Rc)   | $<-\infty; -2.132]$                          |         |         |
| Valor de prueba calculado (Vp)  | -7.527                                       | -12.644 | -17.645 |
| Condición   | Si $Vp \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza Ho   |         |         |
| Decisión  | Como $VP \notin RC \Rightarrow$ se acepta Ho |         |         |

*Nota:* análisis comprobación de hipótesis en estado endurecido del concreto.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 61**

*Prueba de hipótesis específica 2 de rigidez a la flexión*



*Nota:* La figura muestra zona de rechazo, valor crítico (vc) y valor de prueba (vp).

Fuente: elaboración propia.

c) **Decisión:** Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

**Conclusión:** se acepta hipótesis alternativa  $H_1$ , debido a que fortalecimiento a la flexión de muestra patrón es menor que incorporado de cuantía 1%, 1.5% y 2%.

## Conclusiones

Conforme a los diversos pruebas y análisis realizado sobre la influencia de la adición de las fibras metálicas tipo I alambre trefilado en frío en el comportamiento de las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , se concluye:

- 1) Referencia a influencia de la unión de los filamentos metálicos tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado fresco de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , se evidenció que la añadidura de los filamentos de acero no influye en el mejoramiento de trabajabilidad y consistencia, con cantidades de 1%, 1.5% y 2%, y los resultados de revenimiento son: 4 pulg., 2.80 pulg. y 2.40 pulg. correspondientemente, dichas inclusiones disminuyeron el asentamiento con respecto al concreto patrón que presenta 4.50 pulg, como se muestra en la Tabla 39.
- 2) Respecto de la influencia de incorporación de los filamentos metálicos en la conducta en estado endurecido del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se evidencio:

Se puede afirmar que la suma de los filamentos metálicos no influye en el mejoramiento de aguante a la compresión, con adición de cantidades 1%, 1.5% y 2%, y los resultados obtenidos son:  $f'c=394.32 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=362.83 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=353.03 \text{ kg/cm}^2$ , dichas inclusiones disminuyeron fortaleza a la compresión con variaciones de 0.02%, 8%, 10.50% respectivamente con relación a muestra patrón que es  $f'c=394.38 \text{ kg/cm}^2$ , como se puede apreciar en la Tabla 44.

Se puede confirmar que la suma de los filamentos de acero si influye en el mejoramiento de fortaleza a la flexión, con incorporaciones de cantidades 1%, 1.5% y 2%, y los resultados obtenidos son los siguientes:  $Mr.=35.50 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mr.=39.54 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mr.=42.75 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, mencionadas inclusiones si incrementaron con variaciones de 6.8%, 19.0%, 28.6% respectivamente con relación al concreto patrón que presenta  $Mr.= 33.24 \text{ kg/cm}^2$ , se puede verificar en la Tabla 49.

- 3) En conclusión general, se puede afirmar según la investigación realizada, que la suma de filamentos metálicos no influye en mejoramiento de trabajabilidad, así como también fortaleza a compresión, pero si influye en mejoramiento de rigidez a la flexión, asimismo a mayor cantidad fibras utilizadas los costos unitarios por 1 m<sup>3</sup> también presentan incrementos para diferentes proporciones de fibras, como se indica en la Tabla 54.

### **Recomendaciones**

- 1) Con respecto al estado fresco del concreto, se recomienda la incorporación de los filamentos metálicos de cantidad 1% por volumen del concreto, presenta buen comportamiento de trabajabilidad y con consistencia plástica con un asentamiento 4 pulg. y no requiere aditivo plastificante.
- 2) Con respecto a estado endurecido del concreto, la suma óptima filamentos metálicos es 1% por volumen, con esta cantidad la fuerza a la flexión presenta incremento y el aguante a compresión no disminuye con relación al concreto patrón, así como también precio unitario por 1 m<sup>3</sup> del concreto es s/.672.69.
- 3) Para utilizar cantidades de 1.5% y 2%, se sugiere utilizar aditivo plastificante y retardante para mejorar la trabajabilidad para su aplicación en obras lineales, a mayor cantidad de fibras utilizadas en la producción del concreto hay un aumento de rigidez a la flexión, pero existe una disminución de trabajabilidad y fortaleza a la compresión.
- 4) Se recomienda con esta base de investigación, en futuras investigaciones puedan adicionar acero de refuerzo para relacionar y comparar con respecto a concreto reforzado con filamentos metálicos y analizar el desarrollo resistencia a la compresión y flexión.

### Referencias bibliográficas

- Abanto Castillo, T. F. (2017). *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos.
- ACI 544.3R-93. (1998). *Guide for Specifying, Proportioning, Mixing, Placing, and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete*. Obtenido de [http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/5443r\\_93.pdf](http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/5443r_93.pdf)
- ACI 544.1R-96. (2002). *Report on Fiber Reinforced Concrete*. Obtenido de <http://indiafiber.com/Files/ACI%20report.pdf>
- ACI 544.3R-93. (1998). *Guía para especificar, dosificar, mezclar, colocar y dar acabado al concreto reforzado con fibra de acero*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/369548777/aci5443r-93-en-es>
- ASTM A-820. (2011). *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber - Reinforced*. Obtenido de [https://www.durocem.ir/images/standards/ASTM\\_A820\\_-\\_2011.pdf](https://www.durocem.ir/images/standards/ASTM_A820_-_2011.pdf)
- Becosan concrete floors. (2020). *Hormigón con fibras de acero*. Obtenido de <https://www.becosan.com/es/hormigon-con-fibras-de-acero/>
- Bekaert. (2020). *Fibras de Acero Dramix en Obras de Infraestructura*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/puertos-aeropuertos-pavimentos-viales-t%25C3%25BAneles-con-fibras-collazos/?trackingId=N%2BUcfIY7RTGphQkRRdFFqQ%3D%3D>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson Educacion.
- Bendezu, C, & Paredes, N. (2012). *Pavimento de concreto reforzado con fibras metálicas, en los barrios de Bellavista y Pueblo Nuevo del Distrito de Lircay en el año 2012*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/234>
- Carrasco Diaz, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Editorial San Marcos.

- Carrera, K., & Zea la Rochelle, D. (2018). *Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero dramix 3d en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos, utilizando cemento puzolánico HE y agregados de la planta Holcim pifo-Quito*. [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14620>
- Céspedes, J. (2006). *Los pavimentos en las vías terrestres*. Editorial universitaria de la UNC.
- De la Cruz, W. R., & Quispe, W. R. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga - Ayacucho*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/239>
- Ecomin. (2020). *Uso de fibras de acero para losas de concreto en infraestructuras mineras*. Obtenido de <https://ecomingrupo.com/?s=Uso+de+fibras+de+acero+para+losas+de+concreto+en+infraestructuras+mineras>
- Eucomex. (2017). *Guía de ingeniería para concreto reforzado con fibras*. Obtenido de <http://www.eucomex.com.mx/recursos-t%c3%a9cnicos/brochures/>
- Fernández, M. (1982). *Hormigones reforzados con fibras de acero*. Obtenido de <https://doi.org/10.3989/ic.1982.v34.i342.2079>
- Flores, C. R., & Ostos, E. (2019). *Análisis comparativo del concreto diseñado para soportar una resistencia a compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra de acero y fibra de vidrio utilizado en estructuras de concreto en la ciudad de Abancay – Apurímac 2019*. [Tesis pre grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/253>

- Flores, E. O. (2018). *Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/29352>
- Fratelli, M. G. (1998). *Diseño estructural en concreto armado*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/disenio-estructural-en-concreto-armado-maria-graciela-fratellipdf.html>
- Guzmán, J. G. (2015). *Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibras de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias*. [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/64759>
- Hormigón Tecnología Sikafiber. (2018). *Hormigón reforzado con fibras*. Obtenido de [https://arg.sika.com/dms/getdocument.get/b80a01f4-ad34-341d-8814-555501c56fb7/HORMIGON\\_TECNOLOGIA\\_Sika%20Fiber.pdf](https://arg.sika.com/dms/getdocument.get/b80a01f4-ad34-341d-8814-555501c56fb7/HORMIGON_TECNOLOGIA_Sika%20Fiber.pdf)
- Imcyc. (2014). *Concreto lanzado para túneles y taludes*. Obtenido de <http://imcyc.com/revistacyt/pdf/febrero2014/especial>
- Ingemar Löfgren. Thomas Concrete Group AB, Göteborg, Sweden. (2008). *Design methods for fibre-reinforced concrete: a state-of-the-art review*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/228778780>
- Lao, W. J. (2007). *Utilización de fibras Metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa*. [Tesis pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/145>
- Lopez, J. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado*. [tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].

- Repositorio institucional. Obtenido de Obtenido de  
<http://132.248.9.195/ptd2015/junio/0730927/Index.html>
- Maccaferri do Brasil Ltda. (2007). *Fibras como elemento estructural para el esfuerzo del hormigón*. Obtenido de [www.maccaferri.com](http://www.maccaferri.com)
- Montalvo, M. E. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*. [Tesi pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].  
Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6117>
- Morales, J. (2004). *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*. [Tesis pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/1343>
- Myphor Materiales Especiales. (2006). *Datos comparativos de fibra plus vs fibras metálicas*. Obtenido de <http://docplayer.es/80265205-Datos-comparativos-fiber-plus-vs-fibras-metalicas.html>
- NTP 339.034. (2015). *Método de Ensayo Normalizado Para La Determinación de La Resistencia a La Compresión Del Concreto en Muestras Cilíndricas*. Obtenido de <https://toaz.info/doc-viewer>
- NTP 339.078. (2012). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en viga simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntp-339078-ensayo-de-%20flexionpdf\\_5bc7cd13e2b6f5c848d97b35\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-339078-ensayo-de-%20flexionpdf_5bc7cd13e2b6f5c848d97b35_pdf)
- NTP 400.017. (2011). *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntp-400-017-2011-agregados-m-eacute-todo-de-ensayo-para-%20determinar-el-peso-unitario-del-agregado\\_59138d9edc0d608a32959e7e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-400-017-2011-agregados-m-eacute-todo-de-ensayo-para-%20determinar-el-peso-unitario-del-agregado_59138d9edc0d608a32959e7e_pdf)

- NTP 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. . Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-%20absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-%20absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)
- NTP 400.037. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregado en concreto*. Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-%20en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-%20en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Obtenido de <https://toaz.info/doc-viewer>
- Polo , J., & Risco, J. J. (2018). *Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018*. [Tesis pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/68>
- Proalco Bekeart. (2020). *Alambres y fibras de acero para la construcción*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/4457849/alambres-y-fibras-de-acero-para-la-construccion>
- Prodac. (2015). *Soluciones confiables para el sector infraestructura*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/7426080/descargue-aqui-el-catalogo---prodac>
- Quintana, C. D., & Valencia, P. A. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/6378>

- Ramos, H. (2012). *Aplicación de fibras estructurales a los pilotes tipo CPI 8*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2099.1/15822>
- Revista Hormigón al Día. (2012). *Pavimentos de Hormigón*. Obtenido de <https://hormigonaldia.ich.cl/edicion-digital/revista-hormigon-al-dia-edicion-51/>
- Revista de Obras Públicas. (1978). *Los hormigones reforzados con fibras*. Obtenido de <https://www.revistadeobraspublicas.com/revista-de-obras-publicas-impresa/>
- Rivva, E. (2010). *Materiales para el concreto*. Departamento de Imprenta de ICG.
- Robalino, D. D., & López, C. B. (2018). *Determinación de cantidad óptima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento Portland de MR= 4,5 MPA, para losas de pavimentos rígidos*. [Tesis pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33170>
- Rodríguez, C. S. (2016). *Análisis Comparativo De Un Hormigón Para La Capa De Rodadura Con Fibras De Acero Y Sin Ellas Para Utilización En Pavimentos Rígidos*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil], Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15427>
- Rodríguez, F. A. (2013). *Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzados con fibras metálicas*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/12695>
- Sacyr Ingeniería e infraestructura. (2020). *Hormigones con fibras de acero: más resistente y sostenible*. Obtenido de <https://www.sacyr.com/-/creamos-un-hormigon-con-fibras-de-%20acero-mas-resistente-y-sostenible>
- Sarta, H. N., & Silva, J. L. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%*. [Tesis de grado, Universidad

Católica de Colombia]. Repositorio institucional. Obtenido de

<http://hdl.handle.net/10983/14513>

Sika informaciones técnicas. (2011). *Concreto Reforzado con Fibras*. Obtenido de

[https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-](https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf)

[f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras\\_Brochure.pdf](https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf)

Sika Peru. (2019). *SikaFiber CHO 80/60 NB*. . Obtenido de

[https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-](https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/fibras-concreto/sikafiber-cho-8060nb.html)

[premezclado/fibras-concreto/sikafiber-cho-8060nb.html](https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/fibras-concreto/sikafiber-cho-8060nb.html)

UNE-EN 14889-1. (2008). *Norma Española*. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/pren14889->

[losas-pdf-free.html](https://pdfcoffee.com/pren14889-losas-pdf-free.html)

Universidad Tecnológica de los Andes. (2019). *Instructivo general de investigación*

*version 6.0*. Obtenido de Obtenido de

<https://investigacion.utea.edu.pe/#documentos-normativo>

# **ANEXOS**

**Índice de anexos**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 1</b> Matriz de consistencia .....                                  | 127 |
| <b>Anexo 2</b> Operación de variables .....                                  | 128 |
| <b>Anexo 3</b> Instrumento para registro de revenimiento .....               | 129 |
| <b>Anexo 4</b> Instrumento para registro de resistencia a la compresión..... | 129 |
| <b>Anexo 5</b> Instrumento para registro de resistencia a la flexión .....   | 130 |

**Figura 43**

*Extracción de agregado grueso en cantera el pedregal*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 44***Extracción de agregado fino en Cantera Ballón*

Fuente: elaboración propia.

**Figura 45***Cuarteo del árido fino*

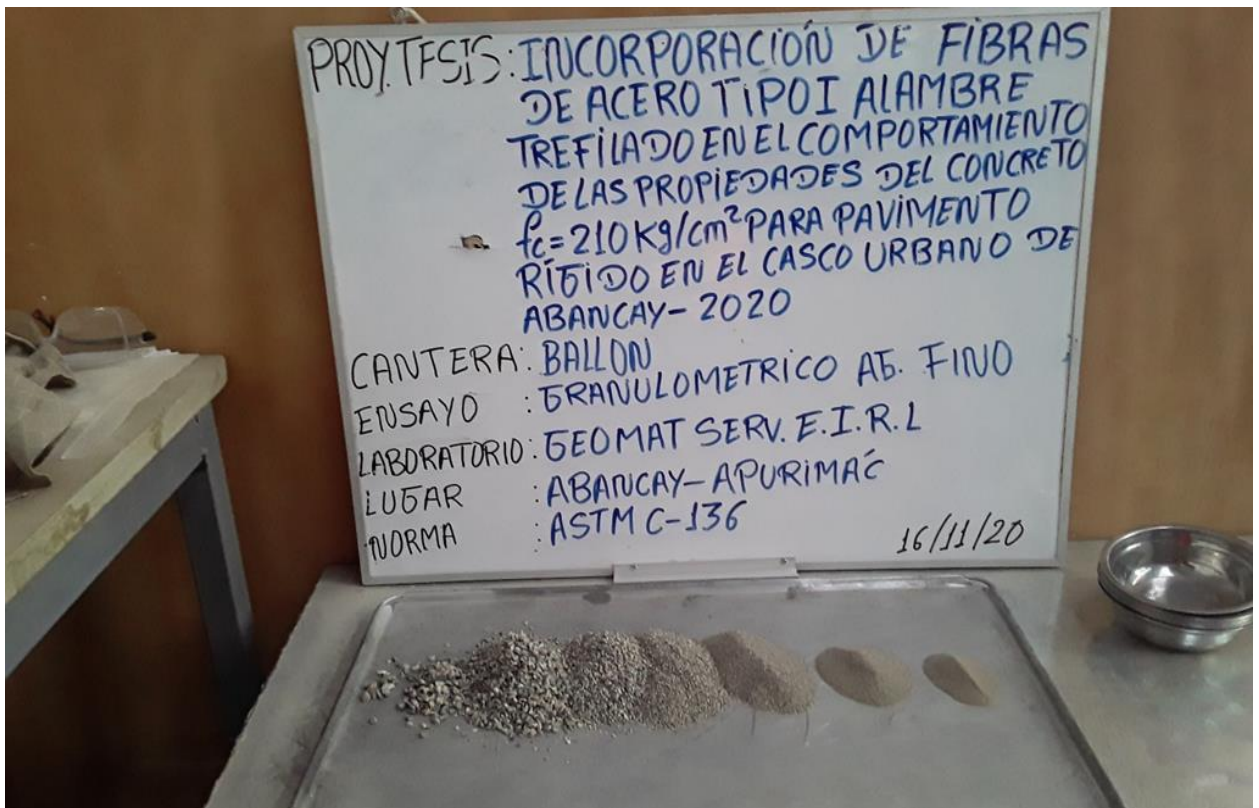
Fuente: elaboración propia.

**Figura 46***Cuarteo del árido grueso*

Fuente: elaboración propia.

**Figura 47***Granulometría de árido grueso*

Fuente: elaboración propia.

**Figura 48***Granulometría del árido fino*

Fuente: elaboración propia.

**Figura 49**

*Pesos de los ingredientes para muestra patrón*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 50**

*Control del revenimiento de la mezcla patrón*



Fuente: elaboración propia.



**Figura 52**

*Pesos de la muestra del CFA 1%*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 53**

*Control de consistencia del CFA 1%*



Fuente: elaboración propia.

Figura 54

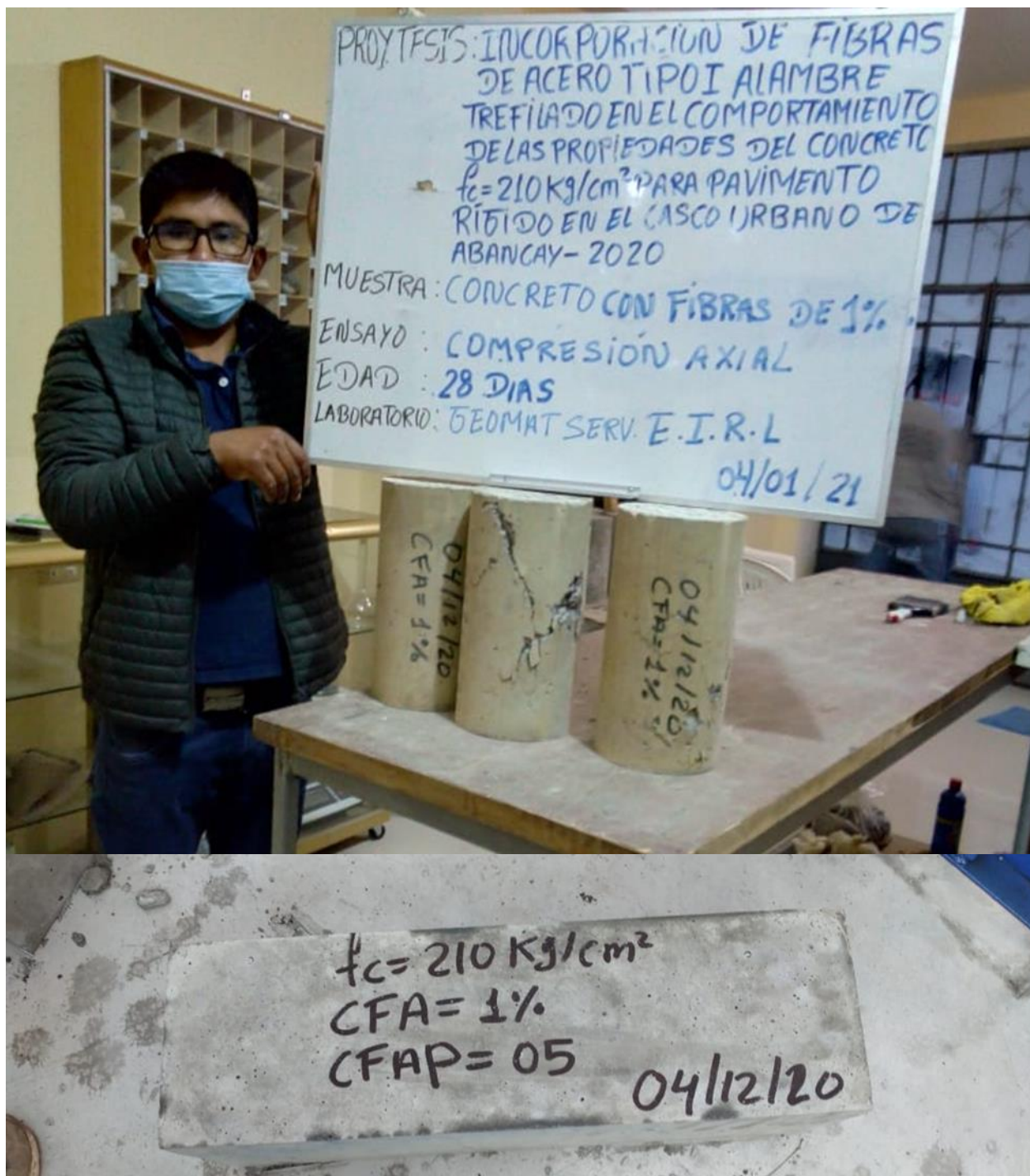
Cantidad de probetas del CFA (1%)



Fuente: elaboración propia

**Figura 55**

*Rotura de especímenes del CFA 1%*



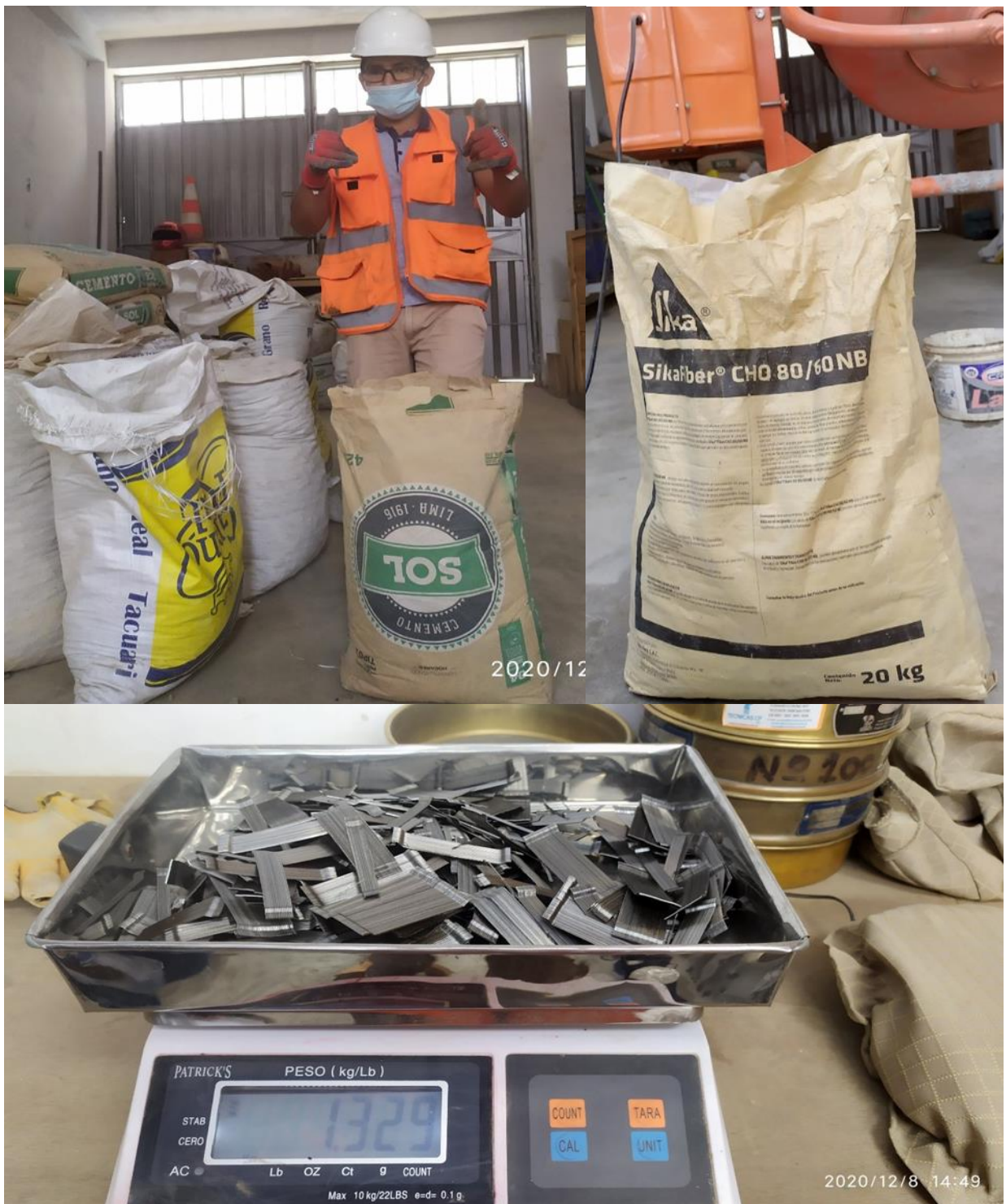
Fuente: elaboración propia.

**Figura 56**

*Pesos de materiales del CFA (1.5%)*



Fuente: elaboracion propia.

**Figura 57***Materiales para CFA (1.5%)*

Fuente: elaboracion propia.

**Figura 58**

*Control de consistencia del CFA (1.5%)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 59**

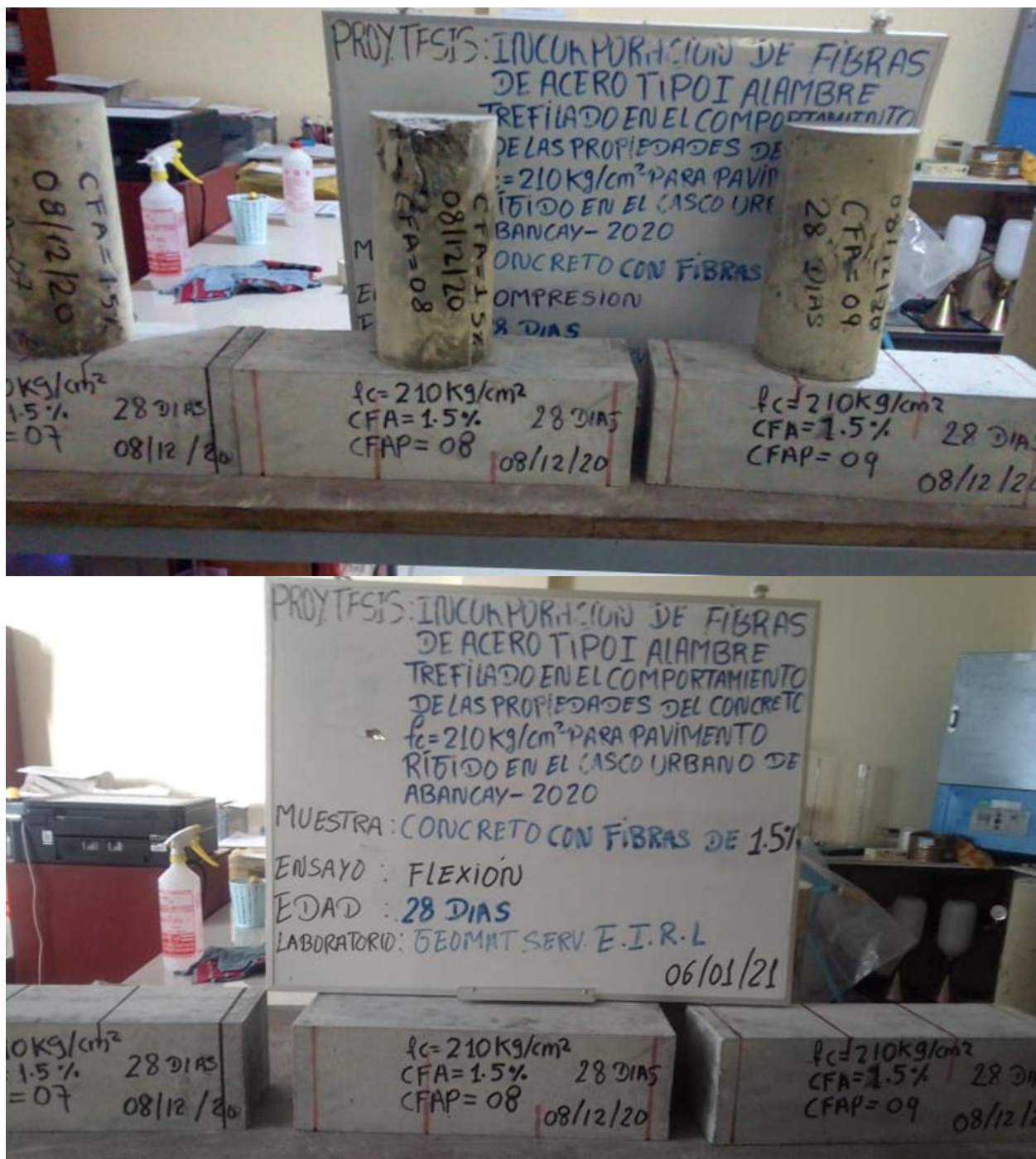
*Control de calidad del asesor de tesis, Ing. Freddy Quispe Ferrell*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 60**

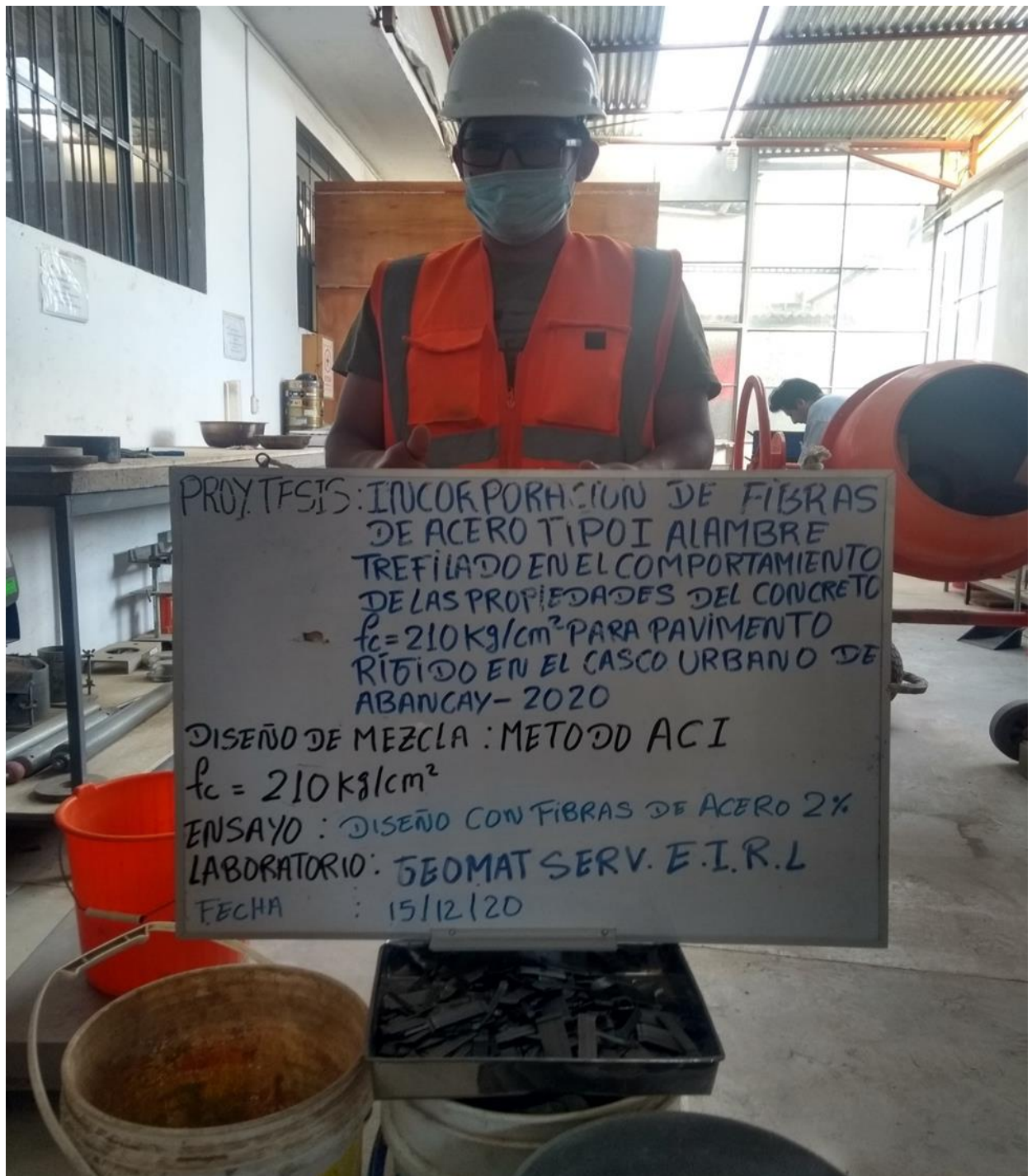
*Rotura de especímenes del CFA (1.5%)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 61**

*Pesos de materiales del CFA (2%)*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 62**

*Pesos de materiales del CFA 2%*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 63**

*Rotura de briquetas del CFA 2%*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 64**

*Rotura de especímenes del CFA 2%*



Fuente: elaboración propia.

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

| Planteamiento del problema  | Objetivo(s)   | Hipótesis  | Variables  | Dimensiones  | Indicadores   | Técnicas e instrumentos  | Método y Diseño  |
|---|---|--|--|--|---|--|--|
| <p><b>Problema general.</b></p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío en el comportamiento de las propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>1) ¿Cuál es la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020?</p> <p>2) Cuál es la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020?</p> | <p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío en el comportamiento de las propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>1) Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.</p> <p>2) Determinar la influencia de la incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío, en el comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.</p> | <p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>1) La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades en estado fresco del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.</p> <p>2) La incorporación de las fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío influye en el mejoramiento del comportamiento de las propiedades en estado endurecido del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rígido en el casco urbano de Abancay, 2020.</p> | <p><b>Independiente</b></p> <p>Fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío</p> <p><b>Dependiente</b></p> <p>Comportamiento de las propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></p> | <p>Incorporación en % fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío</p> <p>Propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco</p> <p>Propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en estado endurecido</p> | <p>Fibras de acero tipo I alambre de 1%, 1.5% y 2%, relación longitud/diámetro es 80</p> <p>❖ Trabajabilidad</p> <p>❖ Consistencia</p> <p>❖ Segregación</p> <p>❖ Exudación</p> <p>❖ Resistencia a la compresión.</p> <p>❖ Resistencia a flexión</p> | <p><b>Técnica</b></p> <p>Observación directa</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>ASTM A 820</p> <p><b>Técnica</b></p> <p>Observación directa</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Formato control de slump según NTP 339-035</p> <p><b>Técnica</b></p> <p>Observación directa</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Formato resistencia a la compresión NTP 339.034 y formato de resistencia a la flexión NTP 339.078</p> | <p><b>Paradigma:</b></p> <p>Positivista</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo (Roberto Hernández Sampieri)</p> <p><b>Método:</b></p> <p>deductivo</p> <p><b>Nivel:</b></p> <p>correlacional y explicativo</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>Experimental</p> |

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 2

### Operación de variables

| Variables  | Definición conceptual  | Dimensiones   | Indicadores  | Instrumento   |
|--|--|---|--|---|
| Fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío                         | Las fibras metálicas son filamentos delgados con corta longitud y tiene pequeño diámetro, que consiguen ser aprovechado para constituir hilos del material que estén compuesto (Silva & Sarta, 2017) | Incorporación en % fibras de acero tipo I alambre trefilado en frío     | fibras de acero tipo I alambre de 1%, 1.5% y 2%, relación longitud/diámetro es 80  | ASTM A 820  |
| Comportamiento de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ | Concreto con suma de fibras metálicas tiene mejor comportamiento de la estructura, debido a que reducen aparición de fisuras, proporcionado una mejor calidad y durabilidad. (Lao, 2007)             | Propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco     | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Trabajabilidad</li> <li>❖ Consistencia</li> <li>❖ Segregación</li> <li>❖ Exudación</li> </ul> | Formato control de slump según NTP 339-035  |
|  |  | Propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Resistencia a la compresión</li> <li>❖ Resistencia a la flexión</li> </ul>                    | Formato resistencia a la compresión NTP 339.034 y formato de resistencia a la flexión NTP 339.078 |

Fuente: elaboración propia.

### Anexo 3

*Instrumento para registro de revenimiento*

|  <b>CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO</b><br>NTP 339.035, ASTM C143  |             |                 |                         |                        |                        |                    |                       |                            |                   |
|---|-------------|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS GEOMAT SERV E. I.R.L  |             |                 |                         |                        |                        |                    |                       |                            |                   |
| REALIZADO POR   |             |                 |                         |                        | MUESTREADO             |                    |                       |                            |                   |
| REVISADO POR  |             |                 |                         |                        |                        |                    |                       |                            |                   |
| LABORATORISTA   |             |                 |                         |                        | FECHA DE MUESTREO      |                    |                       |                            |                   |
| NUMERO DE MUESTRA   | DESCRIPCION | FECHA DE PRUEBA | HORA DE PRUEBA DE SLUMP | SLUMP ESPERADO (PULG.) | SLUMP OBTENIDO (PULG.) | NUMERO DE PROBETAS | NUMERO DE CILINDRICAS | PROMEDIO DE SLUMP OBTENIDO | INSPECCION VISUAL |
|   |             |                 |                         | 2"-6"                  |                        |                    |                       |                            |                   |
|   |             |                 |                         | 2"-6"                  |                        |                    |                       |                            |                   |
|   |             |                 |                         | 2"-6"                  |                        |                    |                       |                            |                   |
|   |             |                 |                         | 2"-6"                  |                        |                    |                       |                            |                   |

Fuente: Elaboración propia (adaptado según NTP 339.035)

### Anexo 4

*Instrumento para registro de resistencia a la compresión*

|  <b>CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO - CONCRETO PATRON</b><br>MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88  |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
|---|-------------|--------|--------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|
| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS GEOMAT SERV E. I.R.L  |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
| REALIZADO POR   |             |        |        |                | MUESTREADO:     |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
| REVISADO POR  |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
| LABORATORISTA   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
| CONTROL DE CALIDAD DE PROBETAS CILINDRICAS - RESISTENCIA A LA COMPRESION  |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
| N°  | DESCRIPCION | FECHA  |        | EDAD DE ROTURA | LECTURA DIAL KN | DIAMETRO TESTIGO (CM) | AREA DE TESTIGO (CM²) | RESISTENCIA DE TESTIGO (KG/CM²) | SLUMP (PUL) | RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDO | PROMEDIO DE RESISTENCIA | PROMEDIO DE RESISTENCIA EN % |
|   |             | MOLDEO | ROTURA |                |                 |                       |                       |                                 |             |                                |                           |                         |                              |
|   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             | 210                            |                           |                         |                              |
|   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             | 210                            |                           |                         |                              |
|   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             | 210                            |                           |                         |                              |
|   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             | 210                            |                           |                         |                              |
|   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             | 210                            |                           |                         |                              |
|   |             |        |        |                |                 |                       |                       |                                 |             | 210                            |                           |                         |                              |

Fuente: Elaboración propia (adaptado conforme a NTP 339.034)

## Anexo 5

### Instrumento para registro de resistencia a la flexión

|  <b>CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO - CONCRETO PATRON</b><br>MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88  |             |        |        |                |                             |                  |       |        |                          |  |                         |  |  |
|---|-------------|--------|--------|----------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|--|-------------------------|--|--|
| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS GEOMAT SERV E. I.R.L  |             |        |        |                |                             |                  |       |        |                          |  |                         |  |  |
| REALIZADO POR   | :           |        |        |                |                             |                  |       |        |                          | MUESTREADO:                              |                         |  |  |
| REVISADO POR  | :           |        |        |                |                             |                  |       |        |                          |  |                         |  |  |
| LABORATORISTA   | :           |        |        |                |                             |                  |       |        |                          |  |                         |  |  |
| CONTROL DE CALIDAD DE PROBETAS PRISMATICAS(VIGAS) - RESISTENCIA A FLEXION   |             |        |        |                |                             |                  |       |        |                          |  |                         |  |  |
| N°  | DESCRIPCION | FECHA  |        | EDAD DE ROTURA | DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm) | DIMENSIONES (mm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | LECTURA OBTENIDA CARGA DE LA ROTURA (KN) | MODULO DE ROTURA Mr=Mpa | MODULO DE ROTURA Mr=KG/CM <sup>2</sup> | PROMEDIO DE 3 TESTIGOS % Mr=KG/CM <sup>2</sup> |
|   |             | MOLDEO | ROTURA |                |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |  |                         |  |  |
|   |             |        |        |                | 450.0                       |                  |       |        | TERCIO CENTRAL           |  |                         |  |  |
|   |             |        |        |                | 450.0                       |                  |       |        | TERCIO CENTRAL           |  |                         |  |  |
|   |             |        |        |                | 450.0                       |                  |       |        | TERCIO CENTRAL           |  |                         |  |  |
|   |             |        |        |                | 450.0                       |                  |       |        | TERCIO CENTRAL           |  |                         |  |  |
|   |             |        |        |                | 450.0                       |                  |       |        | TERCIO CENTRAL           |  |                         |  |  |
|   |             |        |        |                | 450.0                       |                  |       |        | TERCIO CENTRAL           |  |                         |  |  |

Fuente: Elaboración propia (adaptado según NTP 339.078)



**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ABANCAY**  
GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA

**LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO**

De conformidad a lo establecido mediante Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y en cumplimiento a la Ley Marco de Licencias de Funcionamiento, aprobado mediante Ley N° 28976, se otorga la presente a: **N° 002875**



**RAZÓN SOCIAL: GEOMAT SERV E.I.R.L./**

**NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL: HUACHALLANQUI AYQUIPA, MARCELINO DANIEL./**

**GIRO COMERCIAL: OFICINA ADMINISTRATIVA./**

**UBICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO: PJE. MONTEVIDEO MZ D LTE 11 (LAS AMÉRICAS).**

**ÁREA DEL ESTABLECIMIENTO COMERCIAL: 95.00 M2./**

**DNI N° 22103089./ R.U.C N° 20601312361./**

**FECHA DE APERTURA: 20 ABRIL - 2021./ FECHA DE EXPEDICIÓN: 21 ABRIL - 2021./**

**AUTORIZACION N° : 002875-2021-SGRRRC/GAT-MPA./**

**EXPEDIENTE N° : 5718-2021-SGRRRC/GAT-MPA./**

**HORARIO AUTORIZADO : HASTA 23:00 HORAS (11:00 P.M.)/**

**CODIGO N° : 107-47333-0227./**

**ANUNCIO PUBLICITARIO : SIMPLE./**



**RESOLUCIÓN SUBGERENCIAL N° 0227-2021-SGRRRC-GAT-MPA DE FECHA 21-04-2021**

**PROHIBIDO EL USO DE LA VÍA PÚBLICA**

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ABANCAY  
GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA  
SUB GERENCIA DE REGISTRO, RECALCULACIÓN Y CONTROL  
*Iny. Sist. Lisbeth R. Martínez Utam*  
Su. Gerente de Registro, Recalculación y Control

Esta LICENCIA es personal e intransferible, debe colocarse en un lugar visible, el cierre del establecimiento debe ser comunicado dentro de los 10 días siguientes de producido el hecho, caso contrario se sancionará conforme a Ley; Esta Licencia se REVOCARÁ en caso no se preserve las condiciones mínimas de seguridad del establecimiento o al no tener vigente su Certificado de Seguridad de Defensa Civil, y ampliar giros no autorizados y/o incrementar el área autorizada en la presente Licencia de Funcionamiento.  
**Restricciones: La presente autorización es únicamente hasta las 23:00 horas (11:00 pm) QUEDA PROHIBIDO EL USO DE LA VÍA PÚBLICA**

LA PRESENTE AUTORIZACIÓN, EN CASO DE PRESENTAR MANCHAS, RASPADURAS Y/O ENMENDATURAS QUEDA SIN VALOR LEGAL.



GEOMAT SERV E.I.R.L

## GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay  
CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO.

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO  
RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

#### DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : AGREGADO FINO ZARANDEADO 3/8"

CANTERA : BALLON

UBICACIÓN : PACHACHACA - ABANCAY

HECHO POR : E.Q.C

FECHA : 17/11/2020

| ENSAYO N°                    | 1       | 2      |  |
|------------------------------|---------|--------|--|
| Nro. DE TARA                 | T-01    | T-03   |  |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO gr. | 1442.7  | 1389.3 |  |
| PESO TARA + SUELO SECO gr.   | 1419.1  | 1366.0 |  |
| PESO DE LA TARA gr.          | 119.4   | 118.2  |  |
| PESO DEL AGUA gr.            | 23.6    | 23.3   |  |
| PESO SUELO SECO gr.          | 1299.70 | 1247.8 |  |
| HUMEDAD %                    | 1.82    | 1.87   |  |
| HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %   | 1.84    |        |  |

Observaciones: \_\_\_\_\_

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
RUC: 20601312361

*Marcelino Huachaltanqui Ayquipa*  
TÉC. LABORATORIO DE SUELO



GEOMAT SERV E.I.R.L

## GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz D Lote N° 4 Urbanización las Americas - Abancay

Cel 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO  
PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

### ABRASIÓN LOS ÁNGELES NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

#### DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : PEDREGAL  
UBICACIÓN : PUENTE SAHUINTO - ABANCAY  
MUESTRA : M - 1

HECHO POR : E.Q.C

FECHA : 24/11/2020

| MUESTRA                       | 1                    |  |
|-------------------------------|----------------------|--|
| GRADACIÓN                     | "A"                  |  |
| Nº DE ESFERAS                 | 12                   |  |
| TAMIZ (Nº)                    | PESO RETENIDO (grs.) |  |
| 1"                            | 1,251                |  |
| 3/4"                          | 1,250                |  |
| 1/2"                          | 1,249                |  |
| 3/8"                          | 1,250                |  |
| <b>PESO TOTAL</b>             | <b>5,000</b>         |  |
| MATERIAL RETENIDO TAMIZ Nº 12 | 3,684                |  |
| MATERIAL PASANTE TAMIZ Nº 12  | 1,316                |  |
| <b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b> | <b>26.3</b>          |  |

Observaciones: Grava de 1 1/2"

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
RUC: 20601312361

  
Marcelino Huachattanqui Ayquipa  
TÉC LABORATORIO DE SUELO



## GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb Las Americas  
CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO.

PROYECTO TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL COMPORTAMIENTO  
DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO  
URBANO DE ABANCAI - 2020

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO  
MTC E 206 , ASTM C 29

### DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : PEDREGAL  
UBICACIÓN : PUENTE SAHUINTO - PACHACHACA  
MUESTRA : M - 1  
FECHA: 22/11/2020  
HECHO POR: E.Q.C

| AGREGADO GRUESO                                 | PESO UNITARIO SUELTO |       |       |
|---|----------------------|-------|-------|
|   | 1                    | 2     | 3     |
| N° de ensayo                                    |                      |       |       |
| Peso material + molde (gr.)                     | 29436                | 29306 | 29181 |
| Peso de molde (gr.)                             | 8148                 | 8148  | 8148  |
| Peso neto de material (gr.)                     | 21288                | 21158 | 21033 |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )            | 14076                | 14076 | 14076 |
| Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )      | 1.512                | 1.503 | 1.494 |
| PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.503                |       |       |

| AGREGADO GRUESO                                 | PESO UNITARIO COMPACTADO |       |       |
|---|--------------------------|-------|-------|
|   | 1                        | 2     | 3     |
| N° de ensayo                                    |                          |       |       |
| Peso material + molde (gr.)                     | 30472                    | 30686 | 30785 |
| Peso de molde (gr.)                             | 8148                     | 8148  | 8148  |
| Peso neto de material (gr.)                     | 22324                    | 22538 | 22637 |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )            | 14076                    | 14076 | 14076 |
| Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.586                    | 1.601 | 1.608 |
| PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.598                    |       |       |

Observaciones:

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
RUC: 20601312361

*Marcelino Huachallanqui Ayquipa*  
TÉC. LABORATORIO DE SUELO



## GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas

CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE EDER QUISPE CENTENO.

PROYECTO TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO  
MTC E 206 , ASTM C 29

### DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : BALLON

FECHA: 22/11/2020

UBICACIÓN : PACHACHACA - ABANCAY

HECHO POR: E.Q.C

MUESTRA : M - 1

| AGREGADO GRUESO                                 | PESO UNITARIO SUELTO |       |       |
|---|----------------------|-------|-------|
| N° de ensayo                                    | 1                    | 2     | 3     |
| Peso material + molde (gr.)                     | 16742                | 16501 | 16589 |
| Peso de molde (gr.)                             | 8686                 | 8686  | 8686  |
| Peso neto de material (gr.)                     | 8056                 | 7815  | 7903  |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )            | 4414                 | 4414  | 4414  |
| Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )      | 1.825                | 1.771 | 1.790 |
| PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.795                |       |       |

| AGREGADO GRUESO                                 | PESO UNITARIO COMPACTADO |       |       |
|---|--------------------------|-------|-------|
| N° de ensayo                                    | 1                        | 2     | 3     |
| Peso material + molde (gr.)                     | 17432                    | 17336 | 17498 |
| Peso de molde (gr.)                             | 8686                     | 8686  | 8686  |
| Peso neto de material (gr.)                     | 8746                     | 8650  | 8812  |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )            | 4414                     | 4414  | 4414  |
| Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.981                    | 1.960 | 1.996 |
| PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.979                    |       |       |

Observaciones:

---

---

---

---

---

---

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
RUC: 20601312361

*Marcelino Huachallanqui Ayquipa*  
TÉC. LABORATORIO DE SUELO



## GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb Las Americas

CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO.

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS  
NORMAS :MTC E 205 ,ASTM C 127,AASHTO T - 84

### DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : PEDREGAL

UBICACIÓN : PUENTE SAHUINTO PACHACHACA

HECHO POR : E.Q.C

MUESTRA : M-1

FECHA : 22/11/2020

### AGREGADO GRUESO

|   |  |        |        |  |          |
|---|--|--------|--------|--|----------|
| A | Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (gr) | 2002.0 | 2026.0 |  |          |
| B | Peso material saturado superficialmente seco (en agua ) (gr) | 1252.0 | 1267.0 |  |          |
| C | Volumen de masa + volumen de vacios = A-B (cm <sup>3</sup> ) | 750.0  | 759.0  |  |          |
| D | Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)                  | 1990.0 | 2013.0 |  |          |
| E | Volumen de masa = C- ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )            | 738.0  | 746.0  |  | PROMEDIO |
|   | Pe bulk ( Base seca ) = D/C                                  | 2.653  | 2.652  |  | 2.653    |
|   | Pe bulk ( Base saturada ) = A/C                              | 2.669  | 2.669  |  | 2.669    |
|   | Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E                              | 2.696  | 2.698  |  | 2.697    |
|   | % de absorción = (( A - D ) / D * 100)                       | 0.603  | 0.646  |  | 0.624    |

OBSERVACIONES:

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
RUC: 20601312361

*Marcelino Huachallanqui Ayquipa*  
TÉC. LABORATORIO DE SUELO



**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**  
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay  
 CEL: 944983689 - 951268402  
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

**SOLICITANTE** : EDER QUISPE CENTENO  
**PROYECTO TESIS** : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**  
 NORMAS :MTC E 205 ,ASTM C 127,AASHTO T - 84

**DATOS DE MUESTRA**

**CANTERA** : BALLON  
**UBICACIÓN** : PACHACHACA - ABANCAY  
**MUESTRA** : M-1  
**HECHO POR** : E.Q.C  
**FECHA** : 22/11/2020

**AGREGADO FINO**

|   |   |        |        |  |                 |
|---|---|--------|--------|--|-----------------|
| A | Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr) | 300.2  | 300.0  |  |                 |
| B | Peso frasco + agua (gr)                                       | 723.0  | 712.6  |  |                 |
| C | Peso frasco + agua + A (gr)                                   | 1023.2 | 1012.6 |  |                 |
| D | Peso del material + agua en el frasco (gr)                    | 910.0  | 899.7  |  |                 |
| E | Volumen de masa + volumen de vacio = C-D (cm3)                | 113.2  | 112.9  |  |                 |
| F | Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)                  | 296.5  | 296.3  |  |                 |
| G | Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)                         | 109.5  | 109.2  |  | <b>PROMEDIO</b> |
|   | Pe bulk ( Base seca ) = F/E                                   | 2.619  | 2.624  |  | 2.622           |
|   | Pe bulk ( Base saturada ) = A/E                               | 2.652  | 2.657  |  | 2.655           |
|   | Pe aparente ( Base seca ) = F/G                               | 2.708  | 2.713  |  | 2.711           |
|   | % de absorción = ((A - F)/F)*100                              | 1.248  | 1.249  |  | 1.248           |

**OBSERVACIONES:**

**GEOMAT SERV E.I.R.L.**  
 RUC: 20601312361

*Marcelino Huachallaqui Ayquipa*  
 TÉC LABORATORIO DE SUELO



**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**  
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas  
 CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402  
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO.  
 PROYECTO TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIJO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm² PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

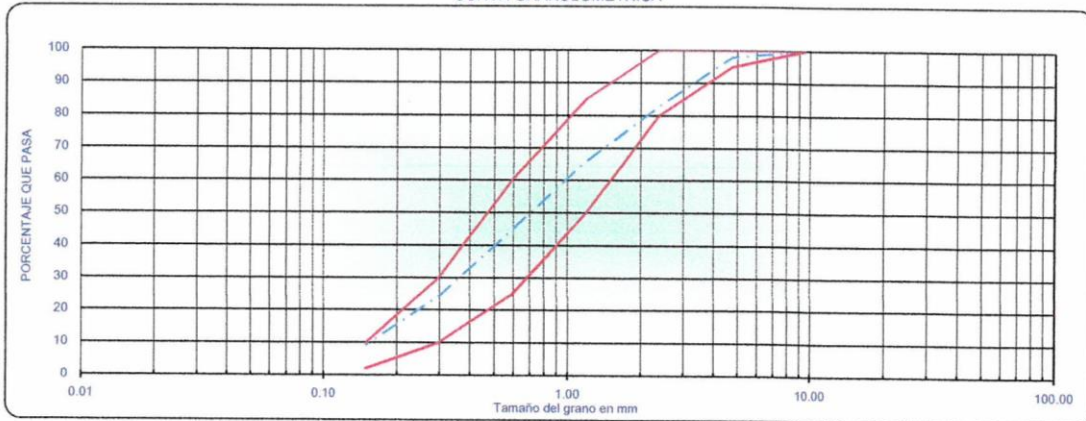
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27

**DATOS DE LA MUESTRA**

CANTERA : BALLON  
 UBICACIÓN : PACHACHACA - ABANCAY  
 MUESTRA : M - 1  
 FECHA: 17/11/2020  
 HECHO POR: E.Q.C

| TAMIZ N° (A.S.T.M.) | ABERTURA EN. mm. | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFIC. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------------------|------------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------|---------------------------|
| 3/4"                | 19.050           |               |                    |                      |            |            | Tamaño Max. : 3/8"        |
| 1/2"                | 12.700           |               |                    |                      |            |            | Peso Total (gr.) : 1088.8 |
| 3/8"                | 9.525            |               |                    |                      |            |            |                           |
| 1/4"                | 6.350            |               |                    |                      | 100.0      | 100        |                           |
| N° 4                | 4.760            | 21.6          | 2.0                | 2.0                  | 98.0       | 95 - 100   | Modulo de Fineza : 2.75   |
| N° 8                | 2.380            | 164.9         | 15.1               | 17.1                 | 82.9       | 80 - 100   | Observaciones:            |
| N° 10               | 2.000            |               | 0.0                | 17.1                 | 82.9       |            |                           |
| N° 16               | 1.190            | 184.6         | 17.0               | 34.1                 | 65.9       | 50 - 85    |                           |
| N° 20               | 0.840            |               | 0.0                | 34.1                 | 65.9       |            |                           |
| N° 30               | 0.590            | 230.4         | 21.2               | 55.2                 | 44.8       | 25 - 60    |                           |
| N° 40               | 0.420            |               | 0.0                | 55.2                 | 44.8       |            |                           |
| N° 50               | 0.297            | 223.7         | 20.5               | 75.8                 | 24.2       | 10 - 30    |                           |
| N° 80               | 0.177            |               | 0.0                | 75.8                 | 24.2       |            |                           |
| N° 100              | 0.149            | 162.7         | 14.9               | 90.7                 | 9.3        | 2 - 10     |                           |
| N° 200              | 0.074            | 46.2          | 4.2                | 95.0                 | 5.0        |            |                           |

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



OBSERV.:

**GEOMAT SERV E.I.R.L.**  
 RUC: 20601312361

*Marcelino Huachattanqui Ayquipa*  
 TÈC LABORATORIO DE SUELO



## GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas  
CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO.

PROYECTO TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO

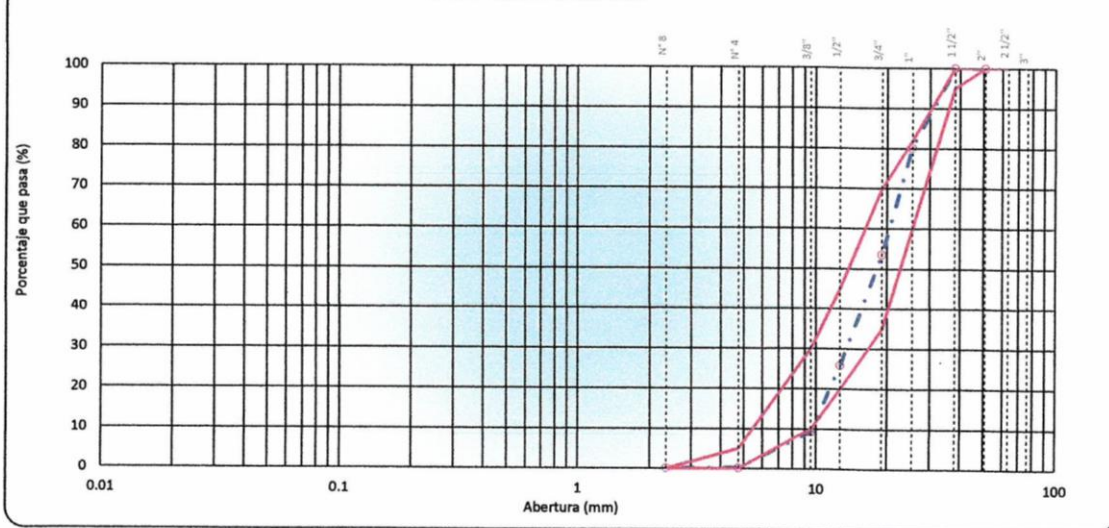
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 127

#### DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : PEDREGAL  
UBICACIÓN : PUENTE SAHUINTO - PACHACHACA  
MUESTRA : M - 1  
FECHA: 17/11/2020  
HECHO POR: E.Q.C

| TAMIZ  | ABERTURA EN (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | AG-4     | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA      |
|--------|------------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------|
| 2 1/2" | 63.500           |               |                    |                      |            | -        | Tamaño Max. : 11/12"           |
| 2"     | 50.800           |               |                    |                      |            | 100      | Peso Total (gr.) : 11847.0 gr. |
| 1 1/2" | 38.100           |               |                    |                      | 100.0      | 95 - 100 |                                |
| 1"     | 25.400           | 2343.0        | 19.8               | 19.8                 | 80.2       | -        |                                |
| 3/4"   | 19.050           | 3161.0        | 26.7               | 46.5                 | 53.5       | 35 - 70  |                                |
| 1/2"   | 12.700           | 3274.0        | 27.6               | 74.1                 | 25.9       | -        |                                |
| 3/8"   | 9.525            | 1981.0        | 16.7               | 90.8                 | 9.2        | 10 - 30  |                                |
| N° 4   | 4.760            | 1065.0        | 9.0                | 99.8                 | 0.2        | 0 - 5    |                                |
| N° 8   | 2.360            | 5.0           | 0.0                | 99.8                 | 0.2        | -        |                                |
| < N°8  | Fondo            | 18.0          | 0.2                | 100.0                |            |          |                                |

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
RUC: 20601312361

*Marcelino Huachallanqui Ayquipa*  
TÉC LABORATORIO DE SUELO



**GEOMAT SERV E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES  
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N°. 4, Urb Las Americas  
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402  
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO  
 PROYECTO TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
 COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASO URBANO DE ABANCAY - 2020

HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
 NORMAS TÉCNICAS: NTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

| N° DE SERIE | N° DE TESTIGOS | RESIST. DE ESPECIF. F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO      | DISIFICACION | FECHA DE ENSAYO |              | EDAD (dias) | SLUMP (Pulg.) | ÁREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | CARGA SOMETIDA |                    | RESISTENCIA ALCANZADA         |                      | % REQUERIDO REFERENCIAL |
|-------------|----------------|--|---------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|------------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
|             |                |  |               |              | MOLDEO (dia)    | ROTURA (dia) |             |               |                                    | Lec. DIAL (kn) | Lec. CORREG. (Kg.) | RESIST. (Kg/cm <sup>2</sup> ) | RESIST. PROMEDIO (%) |                         |
| 1           | 1              | 210  | DISEÑO PATRON |              |                 | 02/12/2020   | 09/12/2020  | 4.5           | 181.5                              | 532.81         | 54331.5            | 299.35                        | 143                  | 143.5                   |
|             | 2              | 210  |               |              |                 | 02/12/2020   | 09/12/2020  | 4.5           | 181.5                              | 530.82         | 54126.6            | 298.23                        | 142                  |                         |
|             | 3              | 210  |               |              |                 | 02/12/2020   | 09/12/2020  | 4.5           | 181.5                              | 545.54         | 55629.6            | 306.50                        | 146                  |                         |
| 2           | 4              | 210  | DISEÑO PATRON |              |                 | 02/12/2020   | 16/12/2020  | 4.5           | 181.4                              | 660.10         | 67311.5            | 371.07                        | 177                  | 173.7                   |
|             | 5              | 210  |               |              |                 | 02/12/2020   | 16/12/2020  | 4.5           | 180.1                              | 637.30         | 64986.5            | 360.84                        | 172                  |                         |
|             | 6              | 210  |               |              |                 | 02/12/2020   | 16/12/2020  | 4.5           | 181.0                              | 642.90         | 65557.5            | 362.20                        | 172                  |                         |
| 3           | 7              | 210  | DISEÑO PATRON |              |                 | 02/12/2020   | 30/12/2020  | 4.5           | 181.5                              | 693.13         | 70679.6            | 369.42                        | 185                  | 187.8                   |
|             | 8              | 210  |               |              |                 | 02/12/2020   | 30/12/2020  | 4.5           | 181.0                              | 713.59         | 72765.9            | 402.02                        | 191                  |                         |
|             | 9              | 210  |               |              |                 | 02/12/2020   | 30/12/2020  | 4.5           | 180.6                              | 693.77         | 70744.8            | 391.72                        | 187                  |                         |

**GEOMAT SERV E.I.R.L.**  
 RUC: 2060172361

Marcelino Pachaitanqui Ayquipa  
 TÉCNICO LABORATORIO DE SUELO

**ROBERT ACUÑA HUAMAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 149476



**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES  
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb Las Americas  
 Cel mov. 944983689 Claro. 951268402  
 Correo: geomatihire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUIISPE CENTENO  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
 COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020  
 HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO**  
 NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.076, ASTM C 78

| Nº DE SERIE | RESIST. DE ESPECIF. (fc= kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO      | FECHA DE ENSAYO |              | EDAD (días) | SLUMP (Pulg.) | ALTO (mm) | ANCHO (mm) | LARGO (mm) | ÁREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | TIPO DE ROTURA |                    | SISTENCIA ALCANZA RESIST. PROMEDI (kg/cm <sup>2</sup> ) | OBSERVACIONES |                                    |
|-------------|---|---------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|------------------------------------|----------------|--------------------|---|---------------|------------------------------------|
|             |   |               | MOLDEO (día)    | ROTURA (día) |             |               |           |            |            |                                    | TERCIO MEDIO   | FUERA DEL TERCIO M |   |               |                                    |
| 1           | 210   | DISEÑO PATRON | 02/12/2020      | 09/12/2020   | 7           | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2320.9  | 30.95         | se rompio dentro de tercio central |
|             | 210   |               | 02/12/2020      | 09/12/2020   | 7           | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2275.0  | 30.34         |                                    |
|             | 210   |               | 02/12/2020      | 09/12/2020   | 7           | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2309.7  | 30.80         |                                    |
| 2           | 210   | DISEÑO PATRON | 02/12/2020      | 16/12/2020   | 14          | 4.5           | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 694.00                             | X              |                    | 2359  | 2405.5        | se rompio dentro de tercio central |
|             | 210   |               | 02/12/2020      | 16/12/2020   | 14          | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2386  | 2443.2        |                                    |
|             | 210   |               | 02/12/2020      | 16/12/2020   | 14          | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2365  | 2411.6        |                                    |
| 3           | 210   | DISEÑO PATRON | 02/12/2020      | 30/12/2020   | 28          | 4.5           | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 694.00                             | X              |                    | 2459  | 2506.5        | se rompio dentro de tercio central |
|             | 210   |               | 02/12/2020      | 30/12/2020   | 28          | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2444  | 2492.2        |                                    |
|             | 210   |               | 02/12/2020      | 30/12/2020   | 28          | 4.5           | 150.0     | 150.0      | 450.0      | 675.00                             | X              |                    | 2462  | 2510.5        |                                    |

**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
 RUC: 20601312361  
 Marcelino Pachallanqui Ayquipa  
 TÈC LAI LABORATORIO DE SUELO

**ROBERT ACUÑA FUJAMAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 RIP: 149476



GEOMAT SERV E.I.R.L

**GEOMAT SERV E.I.R.L**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas  
Cel mov.944983689 Claro. 951268402

Correo:geomatjhire@gmail.com,beicarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGA DE CONCRETO**  
**N OBRAS TÉCNICAS: NTP 339-078, ASTM C 78**

| N° DE SERIE | N° DE TESTIGO | RESIST. ESPECÍFICA f <sub>cc</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO         | FECHA DE ENSAYO |              | EDAD (días) | SLUMP (Pulg.) | ALTO (mm) | ANCHO (mm) | LARGO (mm) | ÁREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | TIPO DE ROTURA |                     | CARGA SOMETIDA Lec (kn) | CARGA SOMETIDA Lec Corregida (kg.) | SISTENCIA RESIST. PROMEDIADA (%) | ALCANZA RESIST. PROMEDIADA (%) | OBSERVACIONES                      |
|-------------|---------------|--|------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|------------------------------------|----------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
|             |               |  |                  | MOLDEO (día)    | ROTURA (día) |             |               |           |            |            |                                    | TERCIO MEDIO   | FUERZA DEL TERCIO M |                         |                                    |                                  |                                |                                    |
| 1           | 1             | 210  | DISEÑO: CFA 1.0% | 04/12/2020      | 11/12/2020   | 7           | 4             | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | X                   | 23.16                   | 2361.7                             | 31.08                            |                                | se rompio dentro de tercio central |
|             | 2             | 210  |                  | 04/12/2020      | 11/12/2020   | 7           | 4             | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | X                   | 22.50                   | 2294.4                             | 30.20                            | 30.84                          |                                    |
|             | 3             | 210  |                  | 04/12/2020      | 11/12/2020   | 7           | 4             | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | X                   | 23.27                   | 2372.9                             | 31.23                            |                                |                                    |
| 2           | 4             | 210  | DISEÑO: CFA 1.0% | 04/12/2020      | 18/12/2020   | 14          | 4             | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | x                   | 24.43                   | 2491.2                             | 32.35                            |                                | se rompio dentro de tercio central |
|             | 5             | 210  |                  | 04/12/2020      | 18/12/2020   | 14          | 4             | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | x                   | 24.61                   | 2509.5                             | 32.59                            | 32.40                          |                                    |
|             | 6             | 210  |                  | 04/12/2020      | 18/12/2020   | 14          | 4             | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | x                   | 24.36                   | 2484.0                             | 32.26                            |                                |                                    |
| 3           | 7             | 210  | DISEÑO: CFA 1.0% | 04/12/2020      | 01/01/2021   | 28          | 4             | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | X                   | 26.60                   | 2712.4                             | 35.23                            |                                | se rompio dentro de tercio central |
|             | 8             | 210  |                  | 04/12/2020      | 01/01/2021   | 28          | 4             | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | X                   | 27.03                   | 2756.3                             | 35.80                            | 35.34                          |                                    |
|             | 9             | 210  |                  | 04/12/2020      | 01/01/2021   | 28          | 4             | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             |                | x                   | 26.42                   | 2694.1                             | 34.99                            |                                |                                    |

GEOMAT SERV E.I.R.L  
RUC: 20601312361

Marcelino Pacheco Ayquipa  
TÉC. LA. LABORATORIO DE SUELOS

  
ROBERT ACUÑA HUJAMAN  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 149476



GEOMAT SERV E.I.R.L

**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SUPERVISION DE OBRAS CIVILES  
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas  
 Cel mov.94983689 Claro. 951268402  
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO

PROYECTO TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
 COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

| N° DE SERIE | N° DE TESTIGOS | RESIST. DE ESPECIF. f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO | DIFUSIFICACIÓN: (%) | FECHA DE ENSAYO... |              | EDAD (días) | SLUMP (Pulg.) | ÁREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | CARGA SOMETIDA |                    | RESISTENCIA ALCANZADA         |                      | % REQUERIDO REFERENCIAL |
|-------------|----------------|--|----------|---------------------|--------------------|--------------|-------------|---------------|------------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
|             |                |  |          |                     | MOLDEO (día)       | ROTURA (día) |             |               |                                    | Lec. DIAL (kn) | Lec. CORREG. (kg.) | RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESIST. PROMEDIO (%) |                         |
| 1           | 1              | 210  | DISEÑO   | CFA : 1.5           | 08/12/2020         | 15/12/2020   | 7           | 2.8           | 181.5                              | 571.81         | 58308.4            | 321.26                        | 153                  | 154.0                   |
|             | 2              | 210  |          |                     | 08/12/2020         | 15/12/2020   | 7           | 2.8           | 180.8                              | 579.70         | 59112.9            | 326.95                        | 156                  |                         |
|             | 3              | 210  |          |                     | 08/12/2020         | 15/12/2020   | 7           | 2.8           | 181.5                              | 573.30         | 58460.3            | 322.10                        | 153                  |                         |
| 2           | 4              | 210  | DISEÑO   | CFA : 1.5           | 08/12/2020         | 22/12/2020   | 14          | 2.8           | 181.5                              | 604.43         | 61634.7            | 339.59                        | 162                  | 166.4                   |
|             | 5              | 210  |          |                     | 08/12/2020         | 22/12/2020   | 14          | 2.8           | 181.0                              | 623.47         | 63576.2            | 351.25                        | 167                  |                         |
|             | 6              | 210  |          |                     | 08/12/2020         | 22/12/2020   | 14          | 2.8           | 181.2                              | 634.80         | 64731.6            | 357.24                        | 170                  |                         |
| 3           | 7              | 210  | DISEÑO   | CFA : 1.5           | 08/12/2020         | 05/01/2021   | 28          | 2.8           | 181.0                              | 666.34         | 67947.8            | 375.40                        | 179                  | 172.8                   |
|             | 8              | 210  |          |                     | 08/12/2020         | 05/01/2021   | 28          | 2.8           | 181.4                              | 639.66         | 65227.2            | 359.58                        | 171                  |                         |
|             | 9              | 210  |          |                     | 08/12/2020         | 05/01/2021   | 28          | 2.8           | 180.8                              | 626.78         | 63913.8            | 353.51                        | 168                  |                         |

GEOMAT SERV E.I.R.L.  
 RUC 20607412361

*Edo*  
 Marcelino Huachanqui Ayquipa  
 TEC LABORATORIO DE SUELO

*Edo*  
 ROBERT ACUNA HUAMAN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 149476



**GEOMAT SERV E.I.R.L**

**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SUPERVISION DE OBRAS CIVILES  
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas  
 Cel mov. 944983689 Claro. 951268402  
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO  
 PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO J ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020  
 HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGA DE CONCRETO**  
 NORMAS TÉCNICAS: NTP 339-078, ASTM C 78

| N° DE TESTIGO | RESIST. ESPECÍFICA (kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO         | FECHA DE ENSAYO |              | EDAD (días) | SLUMP (Pulg.) | ALTO (mm) | ANCHO (mm) | LARGO (mm) | ÁREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | TIPO DE ROTURA |                     | CARGA SOMETIDA Lec. Corregida (kg) | SISTENCIA ALCANZA RESIST. PROMEDIADA (%) |             | OBSERVACIONES                      |       |
|---------------|--|------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------------------|--|-------------|------------------------------------|-------|
|               |  |                  | MOLDEO (día)    | ROTURA (día) |             |               |           |            |            |                                    | TERCIO MEDIO   | FUERZA DEL TERCIO M |                                    | RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> )            | RESIST. (%) |                                    |       |
| 1             | 210                                      | DISEÑO: CFA 1.5% | 08/12/2020      | 15/12/2020   | 7           | 2.80          | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |                     | 24.07                              | 2454.5                                   | 32.30       | se rompio dentro de tercio central |       |
| 2             | 210                                      |                  | 08/12/2020      | 15/12/2020   | 7           | 2.80          | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |                     | 24.36                              | 2484.0                                   | 32.69       |                                    |       |
| 3             | 210                                      |                  | 08/12/2020      | 15/12/2020   | 7           | 2.80          | 150.00    | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | 684.00         | X                   |                                    | 24.77                                    | 2525.8      |                                    | 33.24 |
| 4             | 210                                      | DISEÑO: CFA 1.5% | 08/12/2020      | 22/12/2020   | 14          | 2.80          | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |                     | 28.51                              | 2907.2                                   | 37.76       | se rompio dentro de tercio central |       |
| 5             | 210                                      |                  | 08/12/2020      | 22/12/2020   | 14          | 2.80          | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |                     | 28.09                              | 2864.4                                   | 37.20       |                                    |       |
| 6             | 210                                      |                  | 04/12/2020      | 22/12/2020   | 18          | 2.80          | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | 684.00         | X                   |                                    | 28.57                                    | 2913.3      |                                    | 37.84 |
| 7             | 210                                      | DISEÑO: CFA 1.5% | 08/12/2020      | 05/01/2021   | 28          | 2.80          | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |                     | 29.41                              | 2989.0                                   | 38.95       | se rompio dentro de tercio central |       |
| 8             | 210                                      |                  | 08/12/2020      | 05/01/2021   | 28          | 2.80          | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | 684.00         | X                   |                                    | 30.57                                    | 3117.3      |                                    | 40.49 |
| 9             | 210                                      |                  | 08/12/2020      | 05/01/2021   | 28          | 2.80          | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | 684.00         | X                   |                                    | 29.59                                    | 3017.3      |                                    | 39.19 |

**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
 RUC: 9001342361

Marcelino : challanqui Ayquipa  
 TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS

**ROBERT ACUÑA HUAMAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 R.I.P. 149476



GEOMAT SERV E.I.R.L

**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES  
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas  
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402  
 Correo:geomatjhire@gmail.com,beicarmar@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUIESPE CENTENO

PROYECTO TESIS: INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
 COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
 NORMAS TÉCNICAS: NTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

| N° DE SERIE | N° DE TESTIGOS | RESIST. DE ESPECIF. f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO | DISIFICACIÓN: (%) | FECHA DE ENSAYO |              | EDAD (días) | SLUMP (Pulg.) | ÁREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | CARGA SOMETIDA |                   | RESISTENCIA ALCANZADA         |                      | % REQUERIDO REFERENCIAL |
|-------------|----------------|--|----------|-------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
|             |                |  |          |                   | MOLDEO (día)    | ROTURA (día) |             |               |                                    | Lec. DIAL (kn) | Lec. CORREG (kg.) | RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESIST. PROMEDIO (%) |                         |
| 1           | 1              | 210  | DISEÑO   | CFA -2.0          | 15/12/2020      | 22/12/2020   | 7           | 2.4           | 181.2                              | 537.19         | 54778.3           | 302.31                        | 144                  | 134.9                   |
|             | 2              | 210  |          |                   | 15/12/2020      | 22/12/2020   | 7           | 2.4           | 181.5                              | 494.80         | 50455.7           | 277.99                        | 132                  |                         |
|             | 3              | 210  |          |                   | 15/12/2020      | 22/12/2020   | 7           | 2.4           | 181.5                              | 479.66         | 48911.8           | 289.49                        | 128                  |                         |
| 2           | 4              | 210  | DISEÑO   | CFA -2.0          | 15/12/2020      | 29/12/2020   | 14          | 2.4           | 181.2                              | 587.27         | 59885.0           | 330.49                        | 157                  | 155.4                   |
|             | 5              | 210  |          |                   | 15/12/2020      | 29/12/2020   | 14          | 2.4           | 181.5                              | 608.95         | 62085.8           | 342.13                        | 163                  |                         |
|             | 6              | 210  |          |                   | 15/12/2020      | 29/12/2020   | 14          | 2.4           | 181.7                              | 545.66         | 55642.0           | 306.23                        | 146                  |                         |
| 3           | 7              | 210  | DISEÑO   | CFA -2.0          | 15/12/2020      | 12/01/2021   | 28          | 2.4           | 181.5                              | 627.60         | 63987.6           | 352.60                        | 168                  | 168.1                   |
|             | 8              | 210  |          |                   | 15/12/2020      | 12/01/2021   | 28          | 2.4           | 181.4                              | 619.10         | 63130.8           | 348.02                        | 166                  |                         |
|             | 9              | 210  |          |                   | 15/12/2020      | 12/01/2021   | 28          | 2.4           | 181.0                              | 636.30         | 64884.7           | 358.48                        | 171                  |                         |

GEOMAT SERV E.I.R.L  
 RUC 20601512361

*Marcelina Pachallanqui Ayquipa*  
 TÉC. LABORATORIO DE SUELO

*ROBERTACUÑA*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 149476



**GEOMAT SERV E.I.R.L**

**GEOMAT SERV E.I.R.L**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas  
Cel mov. 944983689 Claro. 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmat@gmail.com

SOLICITANTE : EDER QUISPE CENTENO

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO TIPO I ALAMBRE TREFILADO EN FRIO EN EL  
COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
PARA PAVIMENTO RIGIDO EN EL CASCO URBANO DE ABANCAY - 2020

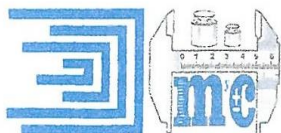
HECHO POR : E.Q.C

**ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGA DE CONCRETO**  
**NORMAS TÉCNICAS: NTP 339-078, ASTM C 78**

| N° DE SERIE | N° DE TESTIGO | RESIST. ESPECIF. (fc) (kg/cm <sup>2</sup> ) | ELEMENTO         | FECHA DE ENSAYO |              | EDAD (días) | SLUMP (Pulg.) | ALTO (mm) | ANCHO (mm) | LARGO (mm) | AREA DE TESTIGO (cm <sup>2</sup> ) | TIPO DE ROTURA |            | FUERA DEL TERCIO II | CARGA SOMETIDA Lec. Com-90 (kg) | SISTENCIA ALCANZA RESIST. PROMEDI (kg/cm <sup>2</sup> ) |                                       | OBSERVACIONES                      |
|-------------|---------------|---|------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|------------------------------------|----------------|------------|---------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
|             |               |   |                  | MOLDEO (día)    | ROTURA (día) |             |               |           |            |            |                                    | TERCIO MEDIO   | TERCIO III |                     |                                 | RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> )                           | RESIST. PROMEDI (kg/cm <sup>2</sup> ) |                                    |
| 1           | 1             | 210   | DISEÑO: CFA 2.0% | 15/12/2020      | 22/12/2020   | 7           | 2.4           | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 25.88               | 2640.1                          | 34.75   |                                       | se rompió dentro de tercio central |
|             | 2             | 210   |                  | 15/12/2020      | 22/12/2020   | 7           | 2.4           | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 25.84               | 2635.0                          | 34.68   |                                       |                                    |
|             | 3             | 210   |                  | 15/12/2020      | 22/12/2020   | 7           | 2.4           | 150.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 25.91               | 2642.1                          | 34.77   |                                       |                                    |
| 2           | 4             | 210   | DISEÑO: CFA 2.0% | 15/12/2020      | 29/12/2020   | 14          | 2.4           | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | x              |            | 30.90               | 3150.9                          | 40.92   |                                       | se rompió dentro de tercio central |
|             | 5             | 210   |                  | 15/12/2020      | 29/12/2020   | 14          | 2.4           | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | x              |            | 29.60               | 3018.4                          | 39.20   |                                       |                                    |
|             | 6             | 210   |                  | 04/12/2020      | 29/12/2020   | 25          | 2.4           | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 29.88               | 3046.9                          | 39.57   |                                       |                                    |
| 3           | 7             | 210   | DISEÑO: CFA 2.0% | 15/12/2020      | 12/01/2021   | 28          | 2.4           | 152.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 32.11               | 3274.3                          | 41.97   |                                       | se rompió dentro de tercio central |
|             | 8             | 210   |                  | 15/12/2020      | 12/01/2021   | 28          | 2.4           | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 33.02               | 3367.1                          | 43.73   |                                       |                                    |
|             | 9             | 210   |                  | 15/12/2020      | 12/01/2021   | 28          | 2.4           | 151.0     | 152.0      | 450.0      | 684.00                             | X              |            | 32.12               | 3275.3                          | 42.54   |                                       |                                    |

**GEOMAT SERV E.I.R.L**  
RUC: 20607312361  
Marcelino Michalantay Ayquipa  
TÉC. LA. LABORATORIO DE SUELO

**ROBERT ACUÑA HUAMAN**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 149478



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**Nº 173-LF-2020**

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 2

|                         |  |   |
|-------------------------|--|---|
| Expediente              | : 014-MYC-2020   | La incertidumbre reportada en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ .                         |
| Solicitante             | : GEOMAT SERV. EIRL  |   |
| Dirección               | : Jr. Palpa N° 931, Bar. Miraflores (a 2 Cuadras de la Plaza de Armas ) Nasca - Vista Alegre | La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición".  |
| Instrumento de Medicion | : Maquinas para Ensayos Uniaxiales Estaticos<br>Maquinas de Ensayos de Tension/Compresion    | Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.                                     |
| Equipo Calibrado        | : PRENSA CONCRETO 2000 kN  | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales y/o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| Marca                   | : A&A INSTRUMENT   |   |
| Modelo                  | : SITE - 2000  | Los resultados son validos en el periodo de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.   |
| Número de Serie         | : 1312290  |   |
| Rango de medición       | : 2000 kN  | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.   |
| Identificación          | : S/N  |   |
| Procedencia             | : CHINA  | La periodicidad de la calibración depende del uso mantenimiento y conservación del instrumento de medición.   |
| Indicador de Lectura    | : DIGITAL  |   |
| Marca                   | : ZHEJIANG GEOTEKNICAL   |   |
| Modelo                  | : (MC) Zhe   |   |
| Numero de Serie         | : 06820009-1   |   |
| Identificación          | : S/N  |   |
| Alcance de Indicación   | : 0 kN A 0.1 kN  |   |
| Procedencia             | : CHINA  |   |
| Resolución              | : 0.1 Kn   |   |
| Trasductor de Fuerza    | : TRASDUCTOR   |   |
| Alcance de Indicación   | : -  |   |
| Marca                   | : NO INDICA  |   |
| Modelo                  | : NO INDICA  |   |
| Numero de Serie         | : NO INDICA  |   |
| Lugar de calibración    | : Pje. Montevideo D-4 Urb Las Americas - Abancay   |   |
| Fecha de Calibración    | : 2020-09-25   |   |

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio de Metrología

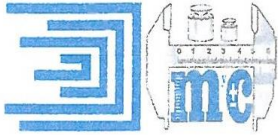
Sello

2020-09-27

**METROLAB Y CALIDAD S.A.C.**

*Veronica Luque Sulica*  
JEFE LABORATORIO





**Método de Calibración**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la Norma Tec. ASTM E74-13a ASTM C39 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en el cuadro.

**Patrones de Referencia**

| Trazabilidad                                       | Patron Utilizado                                       | Certificado de Calibración                       |
|--|--|--|
| Patrones de referencia ilac-MRA - UKAS Calibration | Celda de Carga - Impact Test Equipment                 | DM22036 - 07 November 2019                       |
| Patrones de referencia del SNM-INDECOPI - INACAL   | Termometro Patron de Resolucion 0.01°C                 | METROIL - INACAL<br>LM-661-2019 EXP. 76280-2019  |
| Patrones de referencia del SNM-INDECOPI - INACAL   | Termohigometro TESTO-PC-MT-002, Incertidumbre 208 % HR | METROIL - INACAL<br>LT-1733-2019 EXP. 76280-2019 |

**Resultados de medición**

| Lectura de la máquina (Fi) |     | Lectura del patrón |         |         | Promedio | Calculo de errores |               | Incertidumbre              |
|----------------------------|-----|--------------------|---------|---------|----------|--------------------|---------------|----------------------------|
|                            |     | Primera            | Segunda | Tercera |          | Exactitud          | Repetibilidad |                            |
| %                          | kN  | kN                 | kN      | kN      | kN       | q(%)               | b(%)          | U(%)                       |
| 10                         | 100 | 101.1              | 101.3   | 101.6   | 101.3    | -99.0              | 0.0           | 0.37                       |
| 20                         | 200 | 204.5              | 204.5   | 203.3   | 204.1    | -99.0              | 0.0           | 0.46                       |
| 30                         | 300 | 306.9              | 306.1   | 305.3   | 306.1    | -99.0              | 0.0           | 0.39                       |
| 40                         | 400 | 407.6              | 408.6   | 407.3   | 407.8    | -99.0              | 0.0           | 0.31                       |
| 50                         | 500 | 509.4              | 509.6   | 509.9   | 509.6    | -99.0              | 0.0           | 0.25                       |
| 60                         | 600 | 611.6              | 611.9   | 612.0   | 611.8    | -99.0              | 0.0           | 0.24                       |
| 70                         | 700 | 713.4              | 714.6   | 713.3   | 713.8    | -99.0              | 0.0           | 0.27                       |
| 80                         | 800 | 816.3              | 816.1   | 817.1   | 816.5    | -99.0              | 0.0           | 0.25                       |
| 90                         | 900 | 917.8              | 917.6   | 917.1   | 917.5    | -99.0              | 0.0           | 0.24                       |
| Lectura máquina en cero    |     | 0                  | 0       | 0       | ----     | 0                  | 0             | Error máx. de cero(0)=0,00 |

Temperatura promedio durante los ensayos 20,0 °C Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

**Evaluación de los resultados**

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del Equipo en kgf.

X = Lectura directa del equipo / valores del dial

Los coeficientes obtenidos son:

A = -0.000002

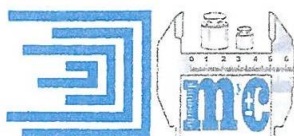
B = 1.0218000

C = -0.541300



**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 161- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 1 de 4

|                            |  |  |
|----------------------------|--|--|
| Expediente                 | : 014-MYC-2020   |  |
| Solicitante                | : GEOMAT SERV. E.I.R.L.  | La incertidumbre reportada en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". |
| Dirección                  | : Jr. Palpa N° 931, Barrio Miraflores (a 2 Cuadras de la Plaza de Armas)<br>Nasca - Vista Alegre |  |
| Instrumento de Medición    | : BALANZA Electronica 30 Kg.   |  |
| Marca                      | : OHAUS RANGER 3000  |  |
| Modelo                     | : R31P30   |  |
| Número de Serie            | : 8335320438   | Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.   |
| Identificación             | : S/N  |  |
| Ubicación                  | : Pje. Montevideo D-4 Urb Las Americas - Abancay   |  |
| Tipo                       | :  |  |
| Alcance de Indicación      | : 0 g- 30000 g   | La periodicidad de la calibración depende del uso mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  |
| División de Escala         | : 1 g  |  |
| Div.Verificación escala(e) | : 10 g   | Este Certificado de Calibración, no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio emisor.   |
| Clase de Exactitud         | : III  |  |
| Procedencia                | : U.S.A.   |  |
| Fecha de Calibración       | : 2020-09-25   |  |

**Método de Calibración**

La Calibración se realizó según el metodo descrito en el PC -001 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

**Lugar de Calibración**

Pje. Montevideo D-4 Urb Las Americas - Abancay



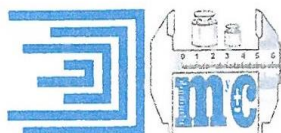
Fecha de Emisión

2020/09/27

Jefe de Laboratorio de Metrología

**METROLAB Y CALIDAD S.A.C.**

*Veronica Luque Sullca*  
JEFE LABORATORIO



**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 161- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 2 de 4

**Condiciones Ambientales**

|                          | Inicial | Final |
|--------------------------|---------|-------|
| Temperatura ( °C )       | 26.5    | 25.8  |
| Humedad Relativa ( %HR ) | 45.8    | 46.6  |

**Patrones de Referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

| Trazabilidad  | Patrón Utilizado                     | Certificado de Calibracion                           |
|---|--------------------------------------|--|
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br><br>(Clase de Exactitud M2) | METROIL - INACAL<br>LM-0659-2019 EXP. 76280-<br>2019 |
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br><br>(Clase de Exactitud M2) | METROIL - INACAL<br>LM-0659-2019 EXP. 76280-<br>2019 |
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br><br>(Clase de Exactitud M2) | METROIL - INACAL<br>LM-0659-2019 EXP. 76280-<br>2019 |
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br><br>(Clase de Exactitud M2) | METROIL - INACAL<br>LM-0659-2019 EXP. 76280-<br>2019 |

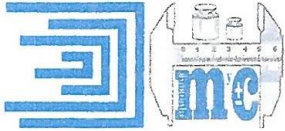
**RESULTADOS**

**INSPECCION VISUAL**

|                  |    |
|------------------|----|
| Ajuste de Cero   | SI |
| Oscilación Libre | SI |
| Plataforma       | SI |
| Sistema de Traba | NO |

|            |    |
|------------|----|
| Escala     | SI |
| Cursor     | SI |
| Nivelación | NO |





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 161- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 3 de 4

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

|             |          |          |
|-------------|----------|----------|
|             | Inicial  | Final    |
| Temperatura | 26.2 ° C | 25.8 ° C |

| Medición N°                  | Carga L1 = 10,000 (kg) |        |        |
|------------------------------|------------------------|--------|--------|
|                              | I (kg)                 | ΔL (g) | E (g)  |
| 1                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 2                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 3                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 4                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 5                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 6                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 7                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 8                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 9                            | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 10                           | 10000.00               | 0.00   | 0.00   |
| Diferencia Máxima            |                        |        | 0.000  |
| Error Máximo Permissible ± g |                        |        | 30.000 |

| Medición N°                  | Carga L1 = 20,000 (kg) |        |        |
|------------------------------|------------------------|--------|--------|
|                              | I (kg)                 | ΔL (g) | E (g)  |
| 1                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 2                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 3                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 4                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 5                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 6                            | 19999.99               | 0.01   | -9.51  |
| 7                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 8                            | 19999.99               | 0.01   | -9.51  |
| 9                            | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| 10                           | 20000.00               | 0.00   | 0.00   |
| Diferencia Máxima            |                        |        | 9.510  |
| Error Máximo Permissible ± g |                        |        | 30.000 |

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

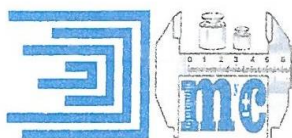
|   |   |                        |
|---|---|------------------------|
| 4 | 2 | Posición de las cargas |
| 5 |   |                        |
| 1 | 3 |                        |

|             |         |       |
|-------------|---------|-------|
|             | Inicial | Final |
| Temperatura | 25.9    | 26.1  |

| Posición de Carga            | Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub> |         |        |                    | Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub> |          |        |       |                    |
|------------------------------|--|---------|--------|--------------------|--|----------|--------|-------|--------------------|
|                              | Carga * (kg)                                   | I (kg)  | ΔL (g) | E <sub>0</sub> (g) | Mínima (kg)                                      | I (kg)   | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |
| 1                            | 1000.00  | 1000.00 | 0.00   | 0.00               | 10000.00   | 10000.00 | 0.00   | 0.00  | 0.00               |
| 2                            |  | 999.99  | 0.01   | -9.51              |  | 10000.00 | 0.00   | 0.00  | 9.51               |
| 3                            |  | 1000.00 | 0.00   | 0.00               |  | 10000.00 | 0.00   | -0.50 | -0.50              |
| 4                            |  | 1000.00 | 0.00   | 0.00               |  | 10000.00 | 0.00   | 0.00  | 0.00               |
| 5                            |  | 1000.00 | 0.00   | 0.00               |  | 10000.00 | 0.00   | 0.00  | 0.00               |
| Error Máximo Permissible ± g |  |         |        |                    |  |          | 30.000 |       |                    |

\* Valor entre 0 y 10 e





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 161- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final   |
|             | 26.2 °C | 25.8 °C |

| Carga (kg) | Prueba de Ascenso |        |       |        | Prueba de Descenso |        |       |        | e.m.p. (±g) |
|------------|-------------------|--------|-------|--------|--------------------|--------|-------|--------|-------------|
|            | I (kg)            | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | I (kg)             | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |             |
| 10         | 10.00             | 0.00   | 0.00  |        |                    |        |       |        |             |
| 20         | 20.00             | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 20.00              | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 20.0        |
| 100        | 100.00            | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 100.00             | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 1000       | 1000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 1,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 2000       | 2000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 2,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 5000       | 5000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 5,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 10000      | 10000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 10,000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 15000      | 15000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 15,000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 20000      | 20000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 20,000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 25000      | 25000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 25,000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |
| 30000      | 30000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30,000.00          | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 30.0        |

Donde : e.m.p. Error Máximo Permitido para Balanzas de Funcionamiento No Automático  
Con Clase de Exactitud III

- I Lectura o Indicación de la Balanza
- ΔL Carga Añadida
- E Error Encontrado
- Eo Error en Cero
- Ec Error Corregido

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} \text{ (kg)} = R - 0.0000000000 R$

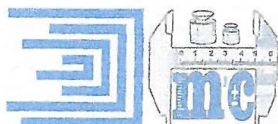
Incertidumbre de Medición:  $U(\text{Kg}) = \pm 2 \times \sqrt{0.00001624 + 0.0000000000054 \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de Calibrado y el número de Certificado de Calibración.

Final del Documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 166- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 1 de 4


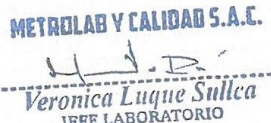
|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| Expediente                 | : 014-MYC-2020  |  |
| Solicitante                | : GEOMAT SERV. EIRL   | La incertidumbre reportada en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". |
| Dirección                  | : Jr. Palpa N° 931, Bar. Miraflores (a 2 Cuadras de la Plaza de Armas ) |  |
| Instrumento de Medición    | : BALANZA ELECTRONICA 6000 g.   |  |
| Marca                      | : OHAUS   |  |
| Modelo                     | : SPJ6001   |  |
| Número de Serie            | : B411400989  | Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.   |
| Identificación             | : S/N   |  |
| Ubicación                  | : Pje. Montevideo D-4 Urb Las Americas - Abancay                        |  |
| Tipo                       | :   |  |
| Alcance de Indicación      | : 0 kg- 6 kg  | La periodicidad de la calibración depende del uso mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  |
| División de Escala         | : 0.1 g   |  |
| Div.Verificación escala(e) | : 0.1 g   |  |
| Clase de Exactitud         | : II  | Este Certificado de Calibración, no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio emisor.   |
| Procedencia                | : U.S.A.  |  |
| Fecha de Calibración       | : 2020-09-25  |  |

**Método de Calibración**

La Calibración se realizó según el método descrito en el PC -011 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

**Lugar de Calibración**

Pje. Montevideo D-4 Urb Las Americas - Abancay

| Sello   | Fecha de Emisión | Jefe de Laboratorio de Metrología  |
|---|------------------|--|
|  | 2020/09/27       | <br><b>Veronica Luque Sulica</b><br>JEFE LABORATORIO |

METROLAB Y CALIDAD SAC - LABORATORIO DE METROLOGIA

Dirección: PASAJE SANTIAGO MZA. E, LOTE N° 2, SANTIAGO CUSCO - PERU Teléfono: (084) 206172 Cel: 976 646 580  
www.metrolabycalidad.com • metrolab@metrolabycalidad.com • ventas@metrolabycalidad.com • metrolabycalidad@gmail.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 166- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 2 de 4

**Condiciones Ambientales**

|                          | Inicial | Final |
|--------------------------|---------|-------|
| Temperatura ( °C )       | 25.6    | 26.8  |
| Humedad Relativa ( %HR ) | 47.7    | 45.5  |

**Patrones de Referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

| Trazabilidad  | Patrón Utilizado                 | Certificado de Calibracion                      |
|---|----------------------------------|---|
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br>(Clase de Exactitud E2) | METROIL - INACAL<br>LM-661-2019 EXP. 76280-2019 |
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br>(Clase de Exactitud E2) | METROIL - INACAL<br>LM-661-2019 EXP. 76280-2019 |
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br>(Clase de Exactitud E2) | METROIL - INACAL<br>LM-661-2019 EXP. 76280-2019 |
| Pesas (Clase de Exactitud E1)<br>METTLER TOLEDO<br>IM-1122 / B437009650 | Pesas<br>(Clase de Exactitud E2) | METROIL - INACAL<br>LM-661-2019 EXP. 76280-2019 |

**RESULTADOS**

**INSPECCION VISUAL**

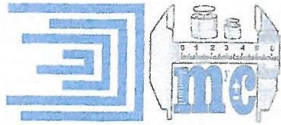
|                  |       |
|------------------|-------|
| Ajuste de Cero   | SI    |
| Oscilación Libre | SI    |
| Plataforma       | SI    |
| Sistema de Traba | BUENA |

|            |    |
|------------|----|
| Escala     | SI |
| Cursor     | SI |
| Nivelación | si |



METROLAB Y CALIDAD S.A.C. - LABORATORIO DE METROLOGIA

Dirección: PASAJE SANTIAGO MZA. E. LOTE N° 2, SANTIAGO CUSCO - PERU Teléfono: (094) 206172 Cel: 976 648 500  
www.metrolabycalidad.com • metrolab@metrolabycalidad.com • ventas@metrolabycalidad.com • metrolabycalidad@gmail.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**      N° 166- LM - 2020

LABORATORIO DE MASA

Página 3 de 4

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

|             |          |          |
|-------------|----------|----------|
| Temperatura | Inicial  | Final    |
|             | 24.4 ° C | 25.4 ° C |

| Medición<br>N°          | Carga L1 = 3,000 (kg) |        |           |
|-------------------------|-----------------------|--------|-----------|
|                         | I (kg)                | ΔL (g) | E (g)     |
| 1                       | 2999.99               | 0.01   | -9.96     |
| 2                       | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 3                       | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 4                       | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 5                       | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 6                       | 2999.96               | 0.04   | -39.99    |
| 7                       | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 8                       | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 9                       | 2999.98               | 0.02   | -19.97    |
| 10                      | 3000.00               | 0.00   | 0.00      |
| Diferencia Máxima       |                       |        | 39.990    |
| Error Máximo Permisible |                       |        | ± g 0.300 |

| Medición<br>N°          | Carga L1 = 6,000 (kg) |        |           |
|-------------------------|-----------------------|--------|-----------|
|                         | I (kg)                | ΔL (g) | E (g)     |
| 1                       | 6000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 2                       | 6000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 3                       | 5999.96               | 0.04   | -39.99    |
| 4                       | 6000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 5                       | 5999.96               | 0.04   | -39.99    |
| 6                       | 6000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 7                       | 5999.96               | 0.04   | -39.99    |
| 8                       | 6000.00               | 0.00   | 0.00      |
| 9                       | 5999.96               | 0.04   | -39.99    |
| 10                      | 6000.00               | 0.00   | 0.00      |
| Diferencia Máxima       |                       |        | 39.990    |
| Error Máximo Permisible |                       |        | ± g 0.300 |

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

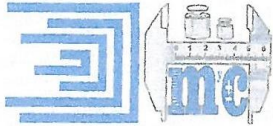
|   |   |                        |
|---|---|------------------------|
| 5 | 4 | Posición de las cargas |
| 2 | 3 |                        |
| 1 | 3 |                        |

|             |         |       |
|-------------|---------|-------|
| Temperatura | Inicial | Final |
|             | 23.9    | 24.5  |

| Posición de Carga       | Determinación del Error en Cero Eo |         |        |        | Determinación del Error Corregido Ec |         |        |        |        |
|-------------------------|------------------------------------|---------|--------|--------|--------------------------------------|---------|--------|--------|--------|
|                         | Carga * (kg)                       | I (kg)  | ΔL (g) | Eo (g) | Mínima (kg)                          | I (kg)  | ΔL (g) | E (g)  | Ec (g) |
| 1                       | 2000.00                            | 2000.00 | 0.00   | 0.00   | 4000.00                              | 4000.00 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2                       |                                    | 2000.00 | 0.00   | 0.00   |                                      | 3999.98 | 0.02   | -19.97 | -19.97 |
| 3                       |                                    | 2000.00 | 0.00   | 0.00   |                                      | 4000.00 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 4                       |                                    | 2000.00 | 0.00   | 0.00   |                                      | 4000.00 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 5                       |                                    | 2000.00 | 0.00   | 0.00   |                                      | 4000.00 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| Error Máximo Permisible |                                    |         |        |        |                                      |         | ± g    | 0.300  |        |

\* Valor entre 0 y 10 e





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 166- LM - 2020**

LABORATORIO DE MASA

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final   |
|             | 24.4 °C | 25.4 °C |

| Carga (kg) | Prueba de Ascenso |        |        |        | Prueba de Descenso |        |       |        | e.m.p. (±g) |
|------------|-------------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|-------|--------|-------------|
|            | I (kg)            | ΔL (g) | E (g)  | Ec (g) | I (kg)             | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |             |
| 1          | 1.00              | 0.00   | 0.00   |        |                    |        |       |        |             |
| 5          | 5.00              | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 5.00               | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 100        | 100.00            | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 100.00             | 0.00   | -0.95 | -0.95  | 0.3         |
| 500        | 500.00            | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 500.00             | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 1000       | 1000.00           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 1,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 1500       | 1500.00           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 1,500.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 2000       | 2000.00           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 2,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 3000       | 2999.98           | 0.02   | -19.97 | -19.97 | 3,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 4000       | 4000.00           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 3,999.99           | 0.01   | -9.96 | -9.96  | 0.3         |
| 5000       | 4999.99           | 0.01   | -9.96  | -9.96  | 5,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |
| 6000       | 6000.00           | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 6,000.00           | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.3         |

Donde : e.m.p. Error Máximo Permitido para Balanzas de Funcionamiento No Automático Con Clase de Exactitud II

- I Lectura o Indicación de la Balanza
- ΔL Carga Añadida
- E Error Encontrado
- Eo Error en Cero
- Ec Error Corregido

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} (\text{kg}) = R + 0.00000000184 R$

Incertidumbre de Medición:  $U(\text{Kg}) = \pm 2 \times \sqrt{0.00045969 + 0.000000000208 \times R^2}$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de Calibrado y el número de Certificado de Calibración.

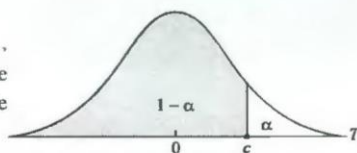
Final del Documento



APANDICE B

TABLA DE LA DISTRIBUCION *t*-Student

La tabla da áreas  $1 - \alpha$  y valores  $c = t_{1-\alpha, r}$ , donde,  $P[T \leq c] = 1 - \alpha$ , y donde  $T$  tiene distribución *t*-Student con  $r$  grados de libertad..



| <i>r</i> | $1 - \alpha$ |       |       |       |       |        |        |        |
|----------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|          | 0.75         | 0.80  | 0.85  | 0.90  | 0.95  | 0.975  | 0.99   | 0.995  |
| 1        | 1.000        | 1.376 | 1.963 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2        | 0.816        | 1.061 | 1.386 | 1.886 | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  |
| 3        | 0.765        | 0.978 | 1.250 | 1.638 | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.841  |
| 4        | 0.741        | 0.941 | 1.190 | 1.533 | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.604  |
| 5        | 0.727        | 0.920 | 1.156 | 1.476 | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  |
| 6        | 0.718        | 0.906 | 1.134 | 1.440 | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  |
| 7        | 0.711        | 0.896 | 1.119 | 1.415 | 1.895 | 2.365  | 2.998  | 3.499  |
| 8        | 0.706        | 0.889 | 1.108 | 1.397 | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  |
| 9        | 0.703        | 0.883 | 1.100 | 1.383 | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  |
| 10       | 0.700        | 0.879 | 1.093 | 1.372 | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  |
| 11       | 0.697        | 0.876 | 1.088 | 1.363 | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  |
| 12       | 0.695        | 0.873 | 1.083 | 1.356 | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  |
| 13       | 0.694        | 0.870 | 1.079 | 1.350 | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  |
| 14       | 0.692        | 0.868 | 1.076 | 1.345 | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  |
| 15       | 0.691        | 0.866 | 1.074 | 1.341 | 1.753 | 2.131  | 2.602  | 2.947  |
| 16       | 0.690        | 0.865 | 1.071 | 1.337 | 1.746 | 2.120  | 2.583  | 2.921  |
| 17       | 0.689        | 0.863 | 1.069 | 1.333 | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  |
| 18       | 0.688        | 0.862 | 1.067 | 1.330 | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  |
| 19       | 0.688        | 0.861 | 1.066 | 1.328 | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  |
| 20       | 0.687        | 0.860 | 1.064 | 1.325 | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  |
| 21       | 0.686        | 0.859 | 1.063 | 1.323 | 1.721 | 2.080  | 2.518  | 2.831  |
| 22       | 0.686        | 0.858 | 1.061 | 1.321 | 1.717 | 2.074  | 2.508  | 2.819  |
| 23       | 0.685        | 0.858 | 1.060 | 1.319 | 1.714 | 2.069  | 2.500  | 2.807  |
| 24       | 0.685        | 0.857 | 1.059 | 1.318 | 1.711 | 2.064  | 2.492  | 2.797  |
| 25       | 0.684        | 0.856 | 1.058 | 1.316 | 1.708 | 2.060  | 2.485  | 2.787  |
| 26       | 0.684        | 0.856 | 1.058 | 1.315 | 1.706 | 2.056  | 2.479  | 2.779  |
| 27       | 0.684        | 0.855 | 1.057 | 1.314 | 1.703 | 2.052  | 2.473  | 2.771  |
| 28       | 0.683        | 0.855 | 1.056 | 1.313 | 1.701 | 2.048  | 2.467  | 2.763  |
| 29       | 0.683        | 0.854 | 1.055 | 1.311 | 1.699 | 2.045  | 2.462  | 2.756  |
| 30       | 0.683        | 0.854 | 1.055 | 1.310 | 1.697 | 2.042  | 2.457  | 2.750  |
| 40       | 0.681        | 0.851 | 1.050 | 1.303 | 1.684 | 2.021  | 2.423  | 2.704  |
| 60       | 0.679        | 0.848 | 1.046 | 1.296 | 1.671 | 2.000  | 2.390  | 2.660  |
| 120      | 0.677        | 0.845 | 1.041 | 1.289 | 1.658 | 1.980  | 2.358  | 2.617  |
| $\infty$ | 0.674        | 0.842 | 1.036 | 1.282 | 1.645 | 1.960  | 2.326  | 2.576  |