

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis del comportamiento físico y mecánico del  
concreto al adicionar fibra de metal para su uso  
en pavimentos rígidos en la ciudad de  
Huancayo, 2021**

Kimberly Katherine Porras Laura  
Kremlin Jonny Ríos Morales

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## **ASESOR**

Ing. Franz Emmanuel Estrada Porras

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarnos salud, por cuidarnos y podernos dar, día a día, una oportunidad de poder avanzar y terminar lo que hoy es nuestra tesis final.

A nuestra casa de estudios superiores, la Universidad Continental, por haber sido parte de una de nuestras etapas de estudio; así mismo, a los docentes que durante el tiempo que estuvimos estudiando nos brindaron conocimientos básicos para poder aplicarlos en nuestro tema de investigación.

A nuestro asesor Ing. Frank Estrada Porras, por su tiempo, consejos y asesoramiento desinteresado para el desarrollo de esta tesis.

A Ángel Huamán Chávez, por la contribución en la parte práctica y técnica de nuestro tema de investigación e instruirnos en el mundo del concreto.

A nuestras familias, por la motivación y el apoyo de diferentes maneras que lograron hacer de nosotros personas persistentes para alcanzar la meta.

A nosotros mutuamente, porque como pareja nos apoyamos para lograr otro objetivo juntos y mejorar de manera personal y profesional.



## **DEDICATORIA**

A Dios, por ofrecernos salud, por guiarnos en cada paso que damos y llenarnos de fortaleza, por ser nuestro confidente y protector en cada momento.

A nuestros padres, Gisela, Marco, Miriam y Jonny, por brindarnos comprensión, amor y atención, siendo el soporte que necesitamos, por ser nuestra fuente de motivación e inspiración en los momentos de debilidad, entre derrotas y triunfos siempre están con nosotros.

A nuestros hermanos, que son nuestros verdaderos amigos, quienes nos brindan comprensión y aliento para seguir adelante y son la razón para superarnos cada día.

A nuestros papitos, por ayudarnos a alcanzar todo lo que nos proponemos, brindándonos atención, compañía y llenarnos de conocimientos a diario.

A todos en el cielo, a quienes prometimos ser ingenieros, hoy podemos decir que lo logramos y que siempre los recordaremos.

# ÍNDICE

|   |       |
|---|-------|
| ASESOR.....                                       | II    |
| AGRADECIMIENTO .....                              | III   |
| DEDICATORIA .....                                 | IV    |
| ÍNDICE .....                                      | V     |
| LISTA DE TABLAS .....                             | VII   |
| LISTA DE FIGURAS .....                            | X     |
| LISTA DE GRÁFICAS.....                            | XI    |
| RESUMEN .....                                     | XIV   |
| ABSTRACT.....                                     | XVI   |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | XVIII |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....        | 19    |
| 1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 19    |
| 1.1.1 Planteamiento del problema.....             | 19    |
| 1.1.2 Formulación del problema.....               | 21    |
| 1.2 OBJETIVOS.....                                | 22    |
| 1.2.1 Objetivo general .....                      | 22    |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....                 | 22    |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN.....                            | 22    |
| 1.3.1 Justificación Académica .....               | 22    |
| 1.3.2 Justificación Económica .....               | 22    |
| 1.3.3 Justificación Metodológica.....             | 22    |
| 1.3.4 Justificación Técnica .....                 | 23    |
| 1.3.5 Justificación Social.....                   | 23    |
| 1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES .....    | 23    |
| 1.4.1. Hipótesis.....                             | 23    |
| 1.4.2. Variables y operacionalización .....       | 23    |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....                  | 25    |
| 2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....               | 25    |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales.....           | 25    |
| 2.1.2 Antecedentes nacionales .....               | 25    |
| 2.2. BASES TEÓRICAS .....                         | 29    |
| PAVIMENTOS .....                                  | 29    |
| 2.2.1. Concreto fibro-reforzado .....             | 31    |
| 2.2.2. Diseño de mezcla.....                      | 39    |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 2.2.3.                                   | Ensayos en estado fresco .....   | 42  |
| 2.2.4.                                   | Ensayos en estado endurecido .....   | 45  |
| 2.2.5.                                   | Propiedades físicas del pavimento rígido.....                                      | 47  |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....           |  | 51  |
| 3.1                                      | MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....   | 51  |
| 3.1.1                                    | Método de investigación.....   | 51  |
| 3.1.2                                    | Alcances de la investigación.....  | 51  |
| 3.2                                      | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....   | 52  |
| 3.2.1.                                   | Tipo de diseño de investigación.....   | 52  |
| 3.3                                      | POBLACIÓN Y MUESTRA .....  | 52  |
| 3.3.1.                                   | Población.....   | 52  |
| 3.3.2.                                   | Muestra.....   | 52  |
| 3.4                                      | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....                               | 53  |
| 3.4.1.                                   | Técnicas utilizadas en la recolección de datos .....                               | 53  |
| 3.4.2.                                   | Instrumentos utilizados en la recolección de datos .....                           | 54  |
| 3.5                                      | DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERA DE LOS AGREGADOS (ARENA GRUESA –<br>PIEDRA DE ¾”).....  | 54  |
| 3.6                                      | ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS.....  | 55  |
| 3.7                                      | DISEÑO DE MEZCLA.....  | 63  |
| 3.7.1.                                   | Diseño de mezcla patrón.....   | 63  |
| 3.7.2.                                   | Diseño de mezcla con adición de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra.....                  | 68  |
| 3.7.3.                                   | Diseño de mezcla con adición de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra.....                  | 71  |
| 3.7.4.                                   | Diseño de mezcla con adición de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra.....                  | 73  |
| 3.8                                      | ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO.....   | 76  |
| 3.9                                      | ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO .....  | 84  |
| 3.10                                     | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....  | 88  |
| 3.10.1                                   | Concreto patrón f'c=280kg/cm <sup>2</sup> .....                                    | 88  |
| 3.10.2                                   | Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , con fibra de metal 20kg/m <sup>3</sup> ..... | 89  |
| 3.10.3                                   | Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , con fibra de metal 25kg/m <sup>3</sup> ..... | 89  |
| 3.10.4                                   | Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , con fibra de metal 30kg/m <sup>3</sup> ..... | 90  |
| 3.10.5                                   | Rehabilitación de pavimento rígido .....   | 90  |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... |  | 92  |
| 4.1.                                     | RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO<br>92                    |     |
| 4.2.                                     | PRUEBA DE HIPÓTESIS .....  | 120 |
| 4.3.                                     | DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....   | 153 |

|        |                                 |     |
|--------|---------------------------------|-----|
| 4.3.1. | DISCUSIÓN 1.....                | 153 |
| 4.3.2. | DISCUSIÓN 2.....                | 154 |
| 4.3.3. | DISCUSIÓN 3.....                | 155 |
|        | CONCLUSIONES.....               | 157 |
|        | RECOMENDACIONES.....            | 159 |
|        | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 160 |
|        | ANEXOS.....                     | 163 |

## LISTA DE TABLAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabla 1:</b>  | Comparación entre pavimento rígido y flexible .....  | 29 |
| <b>Tabla 2:</b>  | Husos granulométricos para agregados gruesos.....  | 33 |
| <b>Tabla 3:</b>  | Husos granulométricos para agregados finos.....  | 33 |
| <b>Tabla 4:</b>  | Clasificación y uso de cada uno de los Cementos Portland existentes .....  | 35 |
| <b>Tabla 5:</b>  | Protocolo de mezclado para el diseño patrón.....   | 40 |
| <b>Tabla 6:</b>  | Protocolo de mezclado para el diseño con adición de fibra.....   | 40 |
| <b>Tabla 7:</b>  | Dosificación de materiales para el diseño patrón para briquetas de 4"x8"<br>aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia.....                     | 41 |
| <b>Tabla 8:</b>  | Dosificación de materiales para el diseño patrón para vigas de 50x15x15cm<br>aproximadamente, con capacidad de 35kg.....   | 41 |
| <b>Tabla 9:</b>  | Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m <sup>3</sup> para briquetas de 4"x8"<br>aproximadamente, con capacidad de 3kg.....                               | 41 |
| <b>Tabla 10:</b> | Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m <sup>3</sup> para vigas de 50x15x15cm<br>aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia..... | 41 |
| <b>Tabla 11:</b> | Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m <sup>3</sup> para briquetas de 4"x8"<br>aproximadamente, con capacidad de 3kg.....                               | 42 |
| <b>Tabla 12:</b> | Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m <sup>3</sup> para vigas de 50x15x15cm<br>aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia..... | 42 |
| <b>Tabla 13:</b> | Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m <sup>3</sup> para briquetas de 4"x8"<br>aproximadamente, con capacidad de 3kg.....                               | 42 |
| <b>Tabla 14:</b> | Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m <sup>3</sup> para vigas de 50x15x15cm<br>aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia..... | 42 |
| <b>Tabla 15:</b> | Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....  | 43 |
| <b>Tabla 16:</b> | Asentamiento y trabajabilidad según el grado de asentamiento .....   | 44 |
| <b>Tabla 17:</b> | Valores recomendados según el Manual de Carreteras.....  | 46 |
| <b>Tabla 18:</b> | Requisitos mínimos según tipo de pavimentos.....   | 47 |
| <b>Tabla 19:</b> | Cantidad de especímenes en estudio.....  | 53 |
| <b>Tabla 20:</b> | Selección de la resistencia .....  | 64 |
| <b>Tabla 21:</b> | Asentamiento según el tipo de construcción .....   | 64 |
| <b>Tabla 22:</b> | Requerimientos aproximados de agua, dependiendo del TMN .....  | 64 |
| <b>Tabla 23:</b> | Relación a/c vs. Resistencia a compresión.....   | 65 |
| <b>Tabla 24:</b> | Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....  | 66 |
| <b>Tabla 25:</b> | Valores del diseño final.....  | 67 |
| <b>Tabla 26:</b> | Reducción Unitaria de los componentes para el diseño patrón .....  | 67 |
| <b>Tabla 27:</b> | Cantidad de componentes para briquetas.....  | 67 |
| <b>Tabla 28:</b> | Cantidad de componentes para vigas.....  | 68 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 29:</b> Valores del diseño final. ....  | 69  |
| <b>Tabla 30:</b> Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. .... | 70  |
| <b>Tabla 31:</b> Cantidad de componentes para briquetas. ....  | 70  |
| <b>Tabla 32:</b> Cantidad de componentes para vigas.....   | 70  |
| <b>Tabla 33:</b> Valores del diseño final. ....  | 72  |
| <b>Tabla 34:</b> Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. .... | 72  |
| <b>Tabla 35:</b> Cantidad de componentes para briquetas. ....  | 73  |
| <b>Tabla 36:</b> Cantidad de componentes para vigas.....   | 73  |
| <b>Tabla 37:</b> Valores del diseño final. ....  | 74  |
| <b>Tabla 38:</b> Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. .... | 75  |
| <b>Tabla 39:</b> Cantidad de componentes para briquetas. ....  | 75  |
| <b>Tabla 40:</b> Cantidad de componentes para vigas.....   | 76  |
| <b>Tabla 41:</b> Análisis del precio unitario del concreto patrón. ....  | 89  |
| <b>Tabla 42:</b> Análisis del precio unitario con la dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> . ....                                  | 89  |
| <b>Tabla 43:</b> Análisis del precio unitario con la dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> . ....                                  | 90  |
| <b>Tabla 44:</b> Análisis del precio unitario con la dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> . ....                                  | 90  |
| <b>Tabla 45:</b> Análisis del precio unitario para rehabilitación del pavimento rígido.....                                      | 91  |
| <b>Tabla 46:</b> Resumen del Contenido de Humedad de los agregados. ....   | 92  |
| <b>Tabla 47:</b> Resumen de la Granulometría del Agregado Fino. ....   | 93  |
| <b>Tabla 48:</b> Resumen de la Granulometría del Agregado Grueso. ....   | 94  |
| <b>Tabla 49:</b> Resumen del Peso Unitario Suelto de los Agregados. ....   | 95  |
| <b>Tabla 50:</b> Resumen del Peso Unitario Compactado de los Agregados. ....   | 95  |
| <b>Tabla 51:</b> Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso. ....                                 | 96  |
| <b>Tabla 52:</b> Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino. Fuente: Elaboración propia .....       | 96  |
| <b>Tabla 53:</b> Requisitos de contenido de aire para diferentes tamaños de agregados.....                                       | 97  |
| <b>Tabla 54:</b> Tabla de resumen de los resultados de tiempo de fraguado. Fuente: Elaboración propia.....                       | 98  |
| <b>Tabla 55:</b> Tabla de resultados del ensayo .....  | 107 |
| <b>Tabla 56:</b> Tabla de resultados del ensayo .....  | 108 |
| <b>Tabla 57:</b> Tabla de resultados del ensayo .....  | 109 |
| <b>Tabla 58:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (1). ....                  | 110 |
| <b>Tabla 59:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (2). ....                  | 111 |
| <b>Tabla 60:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (3). ....                  | 112 |
| <b>Tabla 61:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (1). ....                  | 113 |
| <b>Tabla 62:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (2). ....                  | 114 |
| <b>Tabla 63:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (3). ....                  | 114 |
| <b>Tabla 64:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (1). ....                  | 115 |
| <b>Tabla 65:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (2). ....                  | 116 |
| <b>Tabla 66:</b> Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (3). ....                  | 117 |
| <b>Tabla 67:</b> Comparación de precios unitarios s/c fibra de metal. ....   | 119 |
| <b>Tabla 68:</b> Comparación de precios unitarios con respecto a la rehabilitación. ....   | 119 |
| <b>Tabla 69:</b> Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a la compresión .....                                    | 121 |
| <b>Tabla 70:</b> Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad por Shapiro -Wilk.....                               | 122 |
| <b>Tabla 71:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> - Pearson.....                  | 129 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 72:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 130 |
| <b>Tabla 73:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 131 |
| <b>Tabla 74:</b> Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a flexión .....                         | 132 |
| <b>Tabla 75:</b> Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk flexión .....     | 134 |
| <b>Tabla 76:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 140 |
| <b>Tabla 77:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 141 |
| <b>Tabla 78:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 142 |
| <b>Tabla 79:</b> Estadísticos descriptivos - Análisis de Relación de Reducción de fisuras (CRR) .....           | 143 |
| <b>Tabla 80:</b> Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk fisuración.....   | 144 |
| <b>Tabla 81:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 151 |
| <b>Tabla 82:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 151 |
| <b>Tabla 83:</b> Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> - Pearson..... | 152 |
| <b>Tabla 84:</b> Comparación de precios unitarios .....   | 153 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Serviciabilidad del pavimento rígido. Tomada del “Manual de Carreteras-Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos”, <sup>(1 p. 232)</sup> .....    | 20 |
| <b>Figura 2:</b> Fallas en el pavimento rígido – HUANCAYO .....   | 20 |
| <b>Figura 3:</b> Fallas en el pavimento rígido – EL TAMBO .....   | 21 |
| <b>Figura 4:</b> Fallas en el pavimento rígido – CHILCA .....   | 21 |
| <b>Figura 5:</b> Comportamiento mecánico de los pavimentos frente a una carga externa. Extraído de la tesis “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”, por Miranda <sup>(10)</sup> ..... | 30 |
| <b>Figura 6:</b> Estructura del pavimento rígido. Extraído de “Tópicos de Pavimentos de Concreto- Diseño, construcción y supervisión”, elaborado por Salas <sup>(11)</sup> .....              | 30 |
| <b>Figura 7:</b> Concreto fibro-reforzado. ....   | 31 |
| <b>Figura 8:</b> Agregado grueso - Cantera Burgos-Pilcomayo. ....   | 32 |
| <b>Figura 9:</b> Agregado fino-Cantera Mito-Huancayo. ....  | 32 |
| <b>Figura 10:</b> Fibra de metal WIRAND FF3. ....   | 37 |
| <b>Figura 11:</b> Fibra metálica con anclaje en las extremidades. Macaferri <sup>(20 p. 15)</sup> .....   | 37 |
| <b>Figura 12:</b> Losa de Almacén Ransa – Lima. Tomado de Macaferri <sup>(22)</sup> .....   | 38 |
| <b>Figura 13:</b> Dispersión y comportamiento de la fibra de en la mezcla del concreto. Macaferri <sup>(23)</sup> .....   | 39 |
| <b>Figura 14:</b> Prueba de resistencia a la compresión. Tomado de MCYC <sup>(34)</sup> .....   | 45 |
| <b>Figura 15:</b> Carga en los puntos tercios. Obtenido de NRMCA <sup>(36 p. 1)</sup> .....   | 46 |
| <b>Figura 16:</b> Diseños del molde para en ensayo ASTM C 1579.Obtenido en ASTM C1579 <sup>(39 p. 2)</sup> ....   | 47 |
| <b>Figura 17:</b> Fisuras de retracción plástica. Tomado de Corral y Toirac <sup>(40)</sup> .....   | 48 |
| <b>Figura 18:</b> Ejemplo de agrietamiento – HUANCAYO.....  | 49 |
| <b>Figura 19:</b> Ejemplo de fisuración– HUANCAYO. ....   | 50 |
| <b>Figura 20:</b> Estructura a nivel relacional de las variables.....   | 52 |
| <b>Figura 21:</b> Ubicación de la Cantera de Mito. Fuente: Google Earth .....   | 54 |
| <b>Figura 22:</b> Secado de la Arena Gruesa.....  | 54 |
| <b>Figura 23:</b> Ubicación de la Cantera Pilcomayo. Fuente: Google Earth .....   | 55 |
| <b>Figura 24:</b> Secado de la Piedra de 3/4”. Fuente: Elaboración propia .....   | 55 |
| <b>Figura 25:</b> Ensayo de Contenido de Humedad. ....  | 56 |
| <b>Figura 26:</b> Ensayo de Granulometría.....  | 57 |
| <b>Figura 27:</b> Ensayo PUS.....   | 58 |
| <b>Figura 28:</b> Ensayo PUC. ....  | 59 |
| <b>Figura 29:</b> Ensayo Peso Específico.....   | 61 |
| <b>Figura 30:</b> Ensayo de Peso Específico y Absorción de Ag. Fino.....  | 62 |
| <b>Figura 31:</b> Toma de muestra del concreto. ....  | 77 |
| <b>Figura 32:</b> Elaboración y Curado de especímenes.....  | 78 |
| <b>Figura 33:</b> Ensayo de Asentamiento.....   | 80 |
| <b>Figura 34:</b> Ensayo de Contenido de Aire. ....   | 81 |
| <b>Figura 35:</b> Ensayo de Tiempo de Fragua.....   | 83 |
| <b>Figura 36:</b> Ensayo de Temperatura. ....   | 84 |
| <b>Figura 37:</b> Ensayo a Compresión. ....   | 85 |
| <b>Figura 38:</b> Ensayo de Resistencia a Flexión. ....   | 86 |
| <b>Figura 39:</b> Elaboración del Ensayo ASTM C 1579. ....  | 88 |
| <b>Figura 40:</b> Curva Granulométrica del Ag. Fino.....  | 93 |
| <b>Figura 41:</b> Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....   | 94 |

## LISTA DE GRÁFICAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfica 1:</b> Resultados del Asentamiento del concreto. ....   | 97  |
| <b>Gráfica 2:</b> Resultados del Contenido de Aire. Fuente: Elaboración propia.....  | 97  |
| <b>Gráfica 3:</b> Resultados promedios del ensayo de tiempo de fragua. ....  | 99  |
| <b>Gráfica 4:</b> Curva de crecimiento de los promedios del ensayo de tiempo de fragua. ....   | 99  |
| <b>Gráfica 5:</b> Resultados de la temperatura del concreto.....   | 100 |
| <b>Gráfica 6:</b> Resultados del Ensayo a Compresión a los 3 días. ....  | 101 |
| <b>Gráfica 7:</b> Resultados del Ensayo a Compresión a los 7 días. ....  | 101 |
| <b>Gráfica 8:</b> Resultados del Ensayo a Compresión a los 28 días. ....   | 102 |
| <b>Gráfica 9:</b> Resultados promedios del Ensayo a Compresión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal. ....                                    | 103 |
| <b>Gráfica 10:</b> Línea de tendencia de los valores de esfuerzo a compresión en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones. ....   | 103 |
| <b>Gráfica 11:</b> Resistencia a flexión a los 3 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal. ....  | 104 |
| <b>Gráfica 12:</b> Resistencia a flexión a los 7 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal. ....  | 105 |
| <b>Gráfica 13:</b> Resistencia a flexión a los 28 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal. ....   | 106 |
| <b>Gráfica 14:</b> Resultados promedios del Ensayo de Resistencia a Flexión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal. ....                       | 106 |
| <b>Gráfica 15:</b> Línea de tendencia de los valores de Módulo de Rotura en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones. ....  | 107 |
| <b>Gráfica 16:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (1).....   | 108 |
| <b>Gráfica 17:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (2).....   | 109 |
| <b>Gráfica 18:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (3).....   | 110 |
| <b>Gráfica 19:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (1).....  | 111 |
| <b>Gráfica 20:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (2).....  | 112 |
| <b>Gráfica 21:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (3).....  | 112 |
| <b>Gráfica 22:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (1).....  | 113 |
| <b>Gráfica 23:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (2).....  | 114 |
| <b>Gráfica 24:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (3).....  | 115 |
| <b>Gráfica 25:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (1).....  | 116 |
| <b>Gráfica 26:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (2).....  | 116 |
| <b>Gráfica 27:</b> Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal (3).....  | 117 |
| <b>Gráfica 28:</b> Promedio general del ensayo. ....   | 118 |
| <b>Gráfica 29:</b> Comparación de la relación de reducción de fisuras (CRR).....   | 118 |
| <b>Gráfica 30:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto patrón .....   | 123 |
| <b>Gráfica 31:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo patrón .....   | 124 |
| <b>Gráfica 32:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo patrón .....  | 124 |
| <b>Gráfica 33:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal..... | 125 |
| <b>Gráfica 34:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....   | 125 |
| <b>Gráfica 35:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. ....                           | 126 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfica 36:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal..... | 126 |
| <b>Gráfica 37:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....   | 127 |
| <b>Gráfica 38:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                            | 127 |
| <b>Gráfica 39:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal..... | 128 |
| <b>Gráfica 40:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....   | 128 |
| <b>Gráfica 41:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                            | 129 |
| <b>Gráfica 42:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto patrón.....   | 134 |
| <b>Gráfica 43:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo patrón.....   | 135 |
| <b>Gráfica 44:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo patrón.....  | 135 |
| <b>Gráfica 45:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....    | 136 |
| <b>Gráfica 46:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....  | 136 |
| <b>Gráfica 47:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                               | 137 |
| <b>Gráfica 48:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....    | 137 |
| <b>Gráfica 49:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....  | 138 |
| <b>Gráfica 50:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                               | 138 |
| <b>Gráfica 51:</b> Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....    | 139 |
| <b>Gráfica 52:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....  | 139 |
| <b>Gráfica 53:</b> Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                               | 140 |
| <b>Gráfica 54:</b> Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto patrón.....  | 145 |
| <b>Gráfica 55:</b> Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo patrón.....  | 145 |
| <b>Gráfica 56:</b> Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo patrón.....  | 146 |
| <b>Gráfica 57:</b> Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....     | 146 |
| <b>Gráfica 58:</b> Gráfica Q-Q normal de resistencia para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                  | 147 |
| <b>Gráfica 59:</b> Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                                   | 147 |
| <b>Gráfica 60:</b> Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....     | 148 |
| <b>Gráfica 61:</b> Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                                   | 148 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfica 62:</b> Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. ....                              | 149 |
| <b>Gráfica 63:</b> Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal..... | 149 |
| <b>Gráfica 64:</b> Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras testigo con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal.....                                  | 150 |
| <b>Gráfica 65:</b> Diagrama de caja para la variable de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. ....               | 150 |

## RESUMEN

La investigación de concreto fibro-reforzado desde hace mucho tiempo viene siendo un tema de estudio para investigadores interesados en el área, siendo uno de los más importantes y con un amplio campo laboral en los pavimentos rígidos.

El objetivo de la investigación fue presentar una propuesta de solución principalmente para poder combatir el problema de las fisuras por contracción plástica en el pavimento rígido en la ciudad de Huancayo, las que ocasionan que el pavimento se debilite y posteriormente se desarrollen fallas de mayor magnitud dentro de los paños de concreto, las cuales se originan a causa de diversos factores como pueden ser el exceso de cargas vehiculares, mal estudio técnico, mal diseño, mal control y supervisión en la ejecución y condiciones ambientales a las que se encuentra expuesto el pavimento, a su vez se tiene como otro objetivo mejorar el comportamiento mecánico en la resistencia a la compresión y flexión, es por ello que se ha optado por adicionar fibra de metal a la mezcla, cuyo uso no es muy común en el país; por ende, se explica los aportes físicos y mecánicos en el concreto en general.

El diseño del trabajo de investigación es experimental, porque se realizó en un laboratorio de concreto especializado donde se manipularon las variables en estudio para obtener resultados verídicos según los objetivos planteados.

Los ensayos para el estudio se realizaron según la Norma Técnica Peruana (NTP) y sus equivalentes en el Manual de ensayo de materiales del Ministerio Transporte y Comunicaciones (MTC), incluyendo el método Módulo de Finura para el diseño de mezcla con dosificaciones de 20, 25 y 30 kg en un metro cúbico de concreto para una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>, con la finalidad de encontrar la dosificación que garantice la mejora de sus propiedades.

Para calcular la resistencia a compresión, se realizaron ensayos con briquetas a edades de 3 días en el diseño patrón llegando al 39.93%, 39.66%, 40.40% y 40.54% con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> y 30kg/m<sup>3</sup> respectivamente con relación a su resistencia final, a los 7 días alcanzaron una resistencia de 60.23%, 60.61%, 60.52% y 61.84% y finalmente a los 28 días con resistencias excedidas en 7.77%, 10.00%, 13.15% y 16.22% con respecto a la resistencia a compresión establecida para pavimentos rígidos de 280 kg/m<sup>3</sup>.

También para calcular la resistencia a flexión se hizo uso de vigas con roturas a 3 días con 44.84%, 51.79%, 69.65% y 63.22% según las dosificaciones anteriormente indicadas, a 7 días 72.25%, 76.79%, 81.19% y 77.41% y a los 28 días con 16.91%, 24.92%, 7.49%

y 12.60% más del requisito mínimo establecido para pavimentos rígidos que es de 34 kg/cm<sup>2</sup> o 3.4 MPa.

Y para determinar la evaluación del agrietamiento por retracción plástica se hizo uso de paneles de concreto, identificando el valor de Reducción de fisuras (CRR), que indica la relación en la que afecta la fibra de metal en el espesor de las fisuras que se presentan en el panel de concreto, donde se alcanzó un valor mínimo de 0.29 mm con el diseño patrón y un máximo de 0.99 mm con el diseño con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup>.

Después de realizar los ensayos se pudo identificar que la dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> y 25kg/m<sup>3</sup> son las mejores alternativas que evidencian mayor influencia en la resistencia en el ensayo a compresión alcanzado a los 28 días y la dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> es una dosificación excedente donde según el análisis estadístico y análisis por gráficas la influencia comienza a ser dañina para el concreto. Para el ensayo a flexión la mejor las mejores opciones se alcanzan con las dosificaciones de 25 y 30 kg/m<sup>3</sup> y para obtener mayor reducción de la cantidad y espesor de las fisuras a temprana edad por retracción plástica las dosificaciones de 25 y 30 kg/m<sup>3</sup> afectan de manera elocuente. Finalmente, con respecto al costo de la elaboración del concreto con aporte de fibra de metal se incrementa de manera muy elevada en un 43.76%, 55.08% y 66.09% según las dosificaciones con respecto a un concreto convencional, pero a su vez sustituye a los costos de mantenimiento del pavimento con S/. 443.73, S/. 478.67 y S/. 512.67 según las dosificaciones en estudio.

El aporte a favor que brinda la fibra se centra en la mejora de la relación de reducción de fisuras por retracción plástica, mayor resistencia a la compresión y mayor valor de módulo de rotura, para alcanzar una mayor vida útil del pavimento rígido. Por otro lado, se ve la desventaja económica del concreto fibroreforzado  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  a comparación de un concreto tradicional  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  incrementando el costo de manera significativa. Es así que se logra alcanzar un impacto positivo para las mejoras en la sociedad.

**Palabras clave:** concreto, pavimento, fibra, rígido, metal, retracción, resistencia, plástica

## **ABSTRACT**

Research on fiber-reinforced concrete has been a topic of study for researchers interested in the area for a long time, being one of the most important and with a wide field of work in rigid pavements.

The objective of the research was to present a solution proposal mainly to be able to combat the problem of cracks due to plastic contraction in the rigid pavement in the city of Huancayo, which cause the pavement to weaken and later faults of greater magnitude develop within it. concrete panels, which originates from various factors such as: excess vehicular loads, poor technical study, poor design, poor control and supervision in the execution and environmental conditions to which the pavement is exposed In turn, another objective is to improve the mechanical behavior in resistance to compression and bending, which is why it has been decided to add metal fiber to the mixture, whose use is not very common in the country, therefore , the physical and mechanical contributions to concrete in general are explained.

The research design is experimental, because it was carried out in a specialized concrete laboratory where the variables under study were manipulated to obtain true results according to the stated objectives.

The tests for the study were carried out according to the Peruvian Technical Standards (NTP) and their equivalents in the Materials Testing Manual of the Ministry of Transport and Communications (MTC), including the ACI 211 method for mix design with dosages of 20, 25 and 30 kg with respect to the volume of a cubic meter of concrete for a resistance of 280 kg/cm<sup>2</sup>, in order to find the dosage that guarantees the improvement of its properties.

To determine the compressive strength, tests were carried out with briquettes at the age of 3 days in the standard design, reaching 39.93%, 39.66%, 40.40% and 40.54% with a dosage of 20kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> and 30kg/m<sup>3</sup>, respectively, in relation to to their final resistance, at 7 days they reached a resistance of 60.23%, 60.61%, 60.52% and 61.84% and finally at 28 days with resistances exceeded by 7.77%, 10.00%, 13.15% and 16.22% with respect to the resistance at compression established for rigid pavements of 280 kg/m<sup>3</sup>.

Also to determine the flexural strength, beams with breaks at 3 days were used with 44.84%, 51.79%, 69.65% and 63.22% according to the previously indicated dosages, at 7 days 72.25%, 76.79%, 81.19% and 77.41% already 28 days with 16.91%, 24.92%, 7.49% and 12.60% more than the minimum requirement established for rigid pavements, which is 34 kg/cm<sup>2</sup> or 3.4 MPa.

And to determine the evaluation of cracking by plastic contraction, concrete panels were used, identifying the value of Crack Reduction (CRR), which indicates the relationship in which the metal fiber affects the thickness of the cracks that appear. in the concrete panel, where a minimum value of 0.29 mm was obtained with the standard design and a maximum of 0.99 mm with the design with a dosage of 30kg/m<sup>3</sup>.

After carrying out the tests, it was possible to identify that the dosage of 20kg/m<sup>3</sup> and 25kg/m<sup>3</sup> are the best alternatives that show greater influence on the resistance in the compression test reached at 28 days and the dosage of 30kg/m<sup>3</sup> is a dosage surplus where, according to statistical analysis and graphical analysis, the influence begins to be harmful to the concrete. For the flexural test, the best options are achieved with dosages of 25 and 30 kg/m<sup>3</sup> and to obtain a greater reduction in the number and thickness of cracks at an early age due to plastic shrinkage, dosages of 25 and 30 kg/m<sup>3</sup> eloquently affect. Finally, with respect to the cost of preparing the concrete with metal fiber contribution, it increases very high by 43.76%, 55.08% and 66.09% according to the dosages with respect to conventional concrete, but at the same time it replaces the pavement maintenance costs with S/.160.08, S/. 125.14 and S/. 91.14 minus the m<sup>2</sup> respectively.

The contribution in favor provided by the fiber focuses on improving the crack reduction ratio due to plastic shrinkage, greater resistance to compression and higher modulus of rupture value, to achieve a longer useful life of the rigid pavement. On the other hand, the economic disadvantage of fiber-reinforced concrete  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  is seen compared to conventional concrete  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , increasing the cost significantly.

This is how it achieves a positive impact for improvements in society.

**Keywords:** concrete, pavement, fiber, rigid, metal, shrinkage, resistance, plastic

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Huancayo se encuentra ubicada a 3259 msnm donde la velocidad de viento promedio es 4 km/s y la temperatura promedio 20.2°C. Actualmente, las Entidades Públicas ejecutan pavimentos rígidos por el buen comportamiento ante cargas vehiculares y por su alta durabilidad. A causa de los factores climáticos mencionados, en los pavimentos vistos hoy en día se presentan fisuras por retracción plástica dentro de las 6 horas del colocado del concreto fresco, originando que se ponga en investigación mediante la presente tesis que tiene como finalidad determinar el comportamiento físico con el ensayo de la ASTM C 1579, así como también determinar el comportamiento mecánico con el ensayo de la NTP 339.034 y el ensayo de la ASTM C1609 comparando un diseño de mezcla patrón y un diseño de mezcla con concreto fibro-reforzado con fibra de metal con dosificaciones de 20, 25 y 30kg/m<sup>3</sup>.

Este proyecto de investigación consta de cinco capítulos, que se explican a continuación:

El capítulo I describe el planteamiento del estudio, indicando el origen del problema, dando inicio a la formulación del problema, mostrando los objetivos de la investigación, justificando el problema y haciendo mención de las variables dependientes e independientes del proyecto de investigación.

El capítulo II hace mención del marco teórico, recopilando antecedentes para poder relacionar con el tema, también se hace mención de las bases teóricas que relacionan a las variables en estudio, así como conceptos básicos de concreto fibro-reforzado y normas que se emplearon para el desarrollo del proyecto de investigación.

El capítulo III hace referencia al aspecto metodológico, analizando las técnicas e instrumentos de los ensayos realizados en la ejecución para la obtención de resultados y conclusiones del proyecto de investigación, se ve también los alcances, diseño y población.

El capítulo IV muestra los resultados, discusiones y las interpretaciones de cada uno de los valores de los ensayos realizados con relación a los objetivos y así poder determinar la influencia de la fibra de metal.

El capítulo V describe las conclusiones y recomendaciones obtenidas después de realizar la tesis.

**CAPÍTULO I:**  
**PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**  
**1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

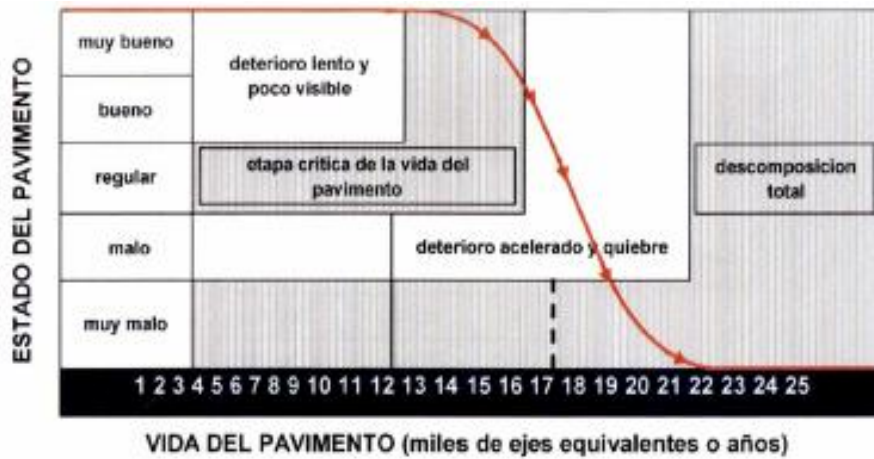
**1.1.1 Planteamiento del problema**

En los últimos años a nivel mundial los pavimentos rígidos han adquirido un mayor uso por diferentes factores como son: el buen comportamiento ante cargas vehiculares, mantenimiento a largo plazo, con garantía de tener un pavimento con mayor vida útil y por la necesidad de generar conectividad entre países, regiones, provincias, etc.

La fisuración es uno de los problemas que se presenta en el pavimento rígido, es un fenómeno indeseable que se produce en el transcurso de la vida útil del pavimento desde una microfisuración inicial hasta una microfisuración posterior, por muchos motivos como antigüedad, mal diseño de mezcla o dosificación del concreto, mal proceso constructivo, baja capacidad a la tracción del concreto, factores climáticos, entre otros.

Los esfuerzos de compresión y flexión se ven reflejados en la fisuración del pavimento, lo que indica poca resistencia y criterio de calidad del concreto. Las fisuras por retracción plástica por lo general se generan en tiempo seco, soleado y con viento con una temperatura intermedia o también se genera por una mala dosificación de relación agua/cemento ya que, a mayor cantidad de agua, mayor será la retracción plástica. Existen fallas que se presentan a partir del colocado del concreto hasta los 25 años de vida útil como se observa en la Figura 1, donde se identifica las fases de la vida del pavimento con relación al estado en el que se encuentra.





**Figura 1:** Serviciabilidad del pavimento rígido. Tomada del “Manual de Carreteras-Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos”, (1 p. 232)

En cuanto al impacto ambiental, se tiene un comportamiento muy significativo donde intervienen factores como temperatura climática, humedad relativa y velocidad de viento, los cuales al encontrarse en unas condiciones extremas generan daños físicos en la superficie del pavimento rígido generando la exudación de la mezcla que trae como consecuencia la fisuras por retracción plástica.

Hoy en día, se observa que en la mayoría de los pavimentos rígidos de la ciudad de Huancayo existen fallas como son fisuras transversales, longitudinales y fisuras por retracción plástica que son las más relevantes en pavimentos rígidos, que se originan cuando el concreto se encuentra durante y después del fraguado, hoy en día se observan estos claros ejemplos en los diferentes distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca como indica la Figura 2, 3 y 4.



**Figura 2:** Fallas en el pavimento rígido – HUANCAYO  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 3:** Fallas en el pavimento rígido – EL TAMBO  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 4:** Fallas en el pavimento rígido – CHILCA  
Fuente: Google Earth

Viendo que las fisuras son uno de los problemas en pavimentos rígidos surge la necesidad de evaluar distintas alternativas de solución al problema, en la presente investigación se verá reflejada el conocimiento previo que en la última década la tecnología del hormigón fibro-reforzado ha sido muy relevante en cuanto a los métodos de análisis y mejorando significativamente el comportamiento físico y mecánico del hormigón en diversas estructuras, a diferencia que ahora se ejecutará para el concreto cuyo uso posterior será en la carpeta de concreto del pavimento rígido.

### 1.1.2 Formulación del problema

#### PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en el comportamiento físico y mecánico del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?

#### PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influye la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?
- ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en las fisuras por retracción plástica del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?
- ¿Cómo varía el análisis de costos del concreto fibroreforzado con relación al concreto convencional para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Analizar el comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- Estudiar el comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto fibro-reforzado para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- Evaluar el análisis de costos del concreto convencional y el concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1 Justificación Académica**

La investigación se justifica académicamente porque ayudará a fortalecer los conocimientos, permitiendo aplicar nuevos procedimientos y metodologías en cuanto al uso de fibra de metal en pavimentos rígidos, debido a que generalmente es usado en elementos estructurales.

### **1.3.2 Justificación Económica**

El proyecto de investigación se justifica económicamente debido a que el gasto en cuanto a mantenimiento es mayor en pavimentos flexibles por los problemas continuos como son los desprendimientos y exposición de agregados, es por ello nosotros nos enfocamos en pavimentos rígidos para prolongar la vida útil reforzando con fibras de metal, lo cual es una alternativa durable y sostenible.

### **1.3.3 Justificación Metodológica**

La investigación se justifica de manera metodológica por el hecho de aportar un nuevo diseño de mezcla para un pavimento rígido fibro-reforzado, teniendo en cuenta uno de los problemas en la ciudad de Huancayo, que es la mala compactación o mala dosificación de los materiales lo que origina fallas

en el pavimento, es por ello que se hará uso de la fibra de metal para retrasar el crecimiento de las fallas originadas.

#### **1.3.4 Justificación Técnica**

La justificación técnica se da para adquirir nuevos conocimientos al hacer uso de la fibra de metal en los ensayos de laboratorio como son Resistencia a Compresión (NTP 339.034), Resistencia a la Flexión (ASTM C 1609), Método de prueba del panel rectangular (ASTM C1579).

#### **1.3.5 Justificación Social**

El impacto social al que se dirige la investigación es por el problema de las fisuras que se presentan en los pavimentos rígidos de la ciudad de Huancayo y a nivel nacional, influyendo en el funcionamiento de la carretera, condición de vida de los beneficiarios del sistema vial, reduciendo la capacidad del servicio de transporte, congestión vehicular, entre otros.

### **1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

#### **1.4.1. Hipótesis**

##### **HIPÓTESIS GENERAL**

- El comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal altera significativamente para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

##### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- La influencia de la adición de fibra de metal genera un impacto positivo en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- El comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto será menor cuando la dosificación de fibra de metal sea mayor para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.
- La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibro-reforzado es mínima para uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.

#### **1.4.2. Variables y operacionalización**

##### **a. VARIABLES**

**VARIABLE DEPENDIENTE**

Comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido.

**VARIABLE INDEPENDIENTE**

Dosificación de la fibra de metal.

**b. OPERACIONALIZACIÓN (ANEXO 1)**

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

Lo más resaltante del trabajo de investigación de Miranda <sup>(2)</sup> titulado “Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos”, es conocer las fallas ordinarias que presentan los pavimentos como vienen a ser piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, se analiza sus causas para encontrar alternativas de reparación con un costo mínimo, en pavimentos flexibles se opta por los sellados de grietas, bacheos y nivelación de bermas. Y para pavimentos rígidos se tiene el sellado de juntas y grietas, reparación de espesor parcial, reparación en todo el espesor, cepillado de la superficie, instalación de drenes de pavimento, y nivelación de las bermas.

Como referencia en cuanto al comportamiento por compresión en la tesis escrita por Valencia, Plinio y Quinta <sup>(3)</sup> titulada “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”, tiene como objetivo observar el comportamiento de la fibra de acero con las dosificaciones mencionadas en el concreto, analizando la resistencia a la compresión con muestras roturadas a los 14, 21 y 28 días y observando las fallas como vienen a ser cono, cono y hendidura, cono y corte, corte y columnar que se generan con una resistencia máxima y una resistencia mínima, evidenciando que los especímenes con mejor comportamiento son los que tienen incorporación de 14% de fibra de acero con 24500 kg.f. Con esta posición, se tiene como referencia que un concreto fibro-reforzado con mayor adición es mejor su comportamiento solo a compresión.

#### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

En la tesis presentada por Corcino <sup>(4)</sup> “Estudio comparativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento

andino tipo V”, se tiene como fin buscar la proporción adecuada de las fibras de metal para tener un mayor refuerzo en la mejora en cuanto a tenacidad, fisuración, resistencia a flexo-tracción, así como también se comenta la comparación que se obtendrá de los resultados mediante la incorporación de la fibra de metal en diferentes dosificaciones en el concreto utilizando a su vez el cemento andino tipo V.

El trabajo de investigación nos otorga ventajas constructivas en taludes y vaciado del concreto en altura, así como también muestra la desventaja que es reducir la trabajabilidad del concreto en estado fresco, demostrando que al incrementar el porcentaje de la fibra de metal la consistencia de la mezcla disminuye.

La tesis presentada en Lima por Montalvo <sup>(5)</sup>, se titula: “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, que proporciona la información más óptima para solucionar nuestro problema planteado que es la reparación de fisuras por retracción plástica, para ello se hace uso de las fibras de metal que en su mayoría se usa en pavimentos rígidos y como reforzamiento de estabilidad de taludes, a ello se le denomina concreto fibro-reforzado.

En la presente investigación, se compara el proceso constructivo y precios unitarios de los pavimentos con concreto convencional, pavimentos con mallas de acero y con fibras de acero Wirand FF1, también se compara el comportamiento mecánico de flexión, compresión, modulo elástico y físicas. Llegando a la conclusión que las fibras otorgan buena trabajabilidad, una buena distribución dentro de la losa del pavimento y otorga mayor resistencia. También se dice que el uso de mallas de acero en el pavimento requiere más tiempo de proceso constructivo a comparación de la incorporación de fibras de acero por la nivelación y colocación en la losa.

Asimismo se tiene la tesis de Vásquez <sup>(6)</sup>, titulada: “Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup>”, donde nos indica que la investigación fue enfocada al comportamiento mecánico del concreto evaluando la resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión haciendo uso la fibra de acero “Sika Fiber CHO 65/35 NB” en proporciones de 20, 30 y 40kg/m<sup>3</sup> asimismo se hizo

uso del aditivo superplastificante Sikament 290N, se realizaron los ensayos en estado fresco y en estado endurecido haciendo uso 270 especímenes de concreto, teniendo como resultado un aporte negativo en la resistencia a compresión al hacer uso de la fibra de metal, lo cual es compensado con el uso del aditivo superplastificante en uso. En lo que respecta a la tracción indirecta y flexión los resultados tienden de manera positiva incrementando entre 160% y 180%.

En la siguiente tesis presentada por Diaz <sup>(7)</sup> “Diseño de concreto  $f'c = 140, 175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín” Genera un aporte de diseño de mezcla con fibra de acero para un  $f'c = 140, 175, 210 \text{ kg/cm}^2$  y obteniendo resultados aceptables de resistencia a la compresión después de realizar el diseño de mezcla con una dosificación de fibra de acero en 1.2%, 3.2%, 5.2% para cada uno de los casos ( $f'c = 140, 175, 210 \text{ kg/cm}^2$ ) y obteniendo resistencia a los 28 días de  $148.86 \text{ Kg/cm}^2, 186.87 \text{ Kg/cm}^2$  y  $234.86 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, así generando un concreto fuerte y compacto con mejor comportamiento a la tracción y flexión.

En la tesis presentada por Ñaupas, Dennys y Sosa <sup>(8)</sup>, titulada: “Comportamiento mecánico del concreto reforzado fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en los Olivos, Lima – Perú”, brindando su aporte en el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de acero para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el análisis de las placas del proyecto del Centro Médico y llegando a la conclusión que el concreto reforzado con fibra de acero y aditivo plastificante genera una buena trabajabilidad siempre en cuando la cantidad de fibra no exagere de  $90 \text{ Kg/m}^3$  como también genera un buen comportamiento ante cargas axiales incrementando su resistencia en un 28.1% y a la vez obteniendo una mayor ductilidad, tenacidad y resistencia por flexión que aumenta en un 80% en el concreto.

También se tiene la tesis de Carbajal <sup>(9)</sup>, titulada: “Estudio comparativo de la fisuración del concreto por retracción plástica con aditivos incorporadores de aire vs. fibras de polipropileno”, cuyo aporte a nuestro tema de estudio es evaluar y comparar el comportamiento del concreto ante a la fisuración por retracción plástica haciendo uso de fibras de fibras de polipropileno y a su



vez de aditivos incorporadores de aire. Brindando como aporte la hipótesis afirmativa que las fibras de polipropileno tienen un impacto positivo porque reducen el fisuramiento por retracción plástica en el concreto, así como también se concluyó que el uso de incorporador de aire generó resultados a favor en cuanto a la reducción el espesor de la fisura y por último que las fisuras van a reducir en un 90% con la adición de 400 gr/m<sup>3</sup> de microfibras en el concreto.

Por último, se tiene el estudio realizado por Miranda, Cristian, Rado y Marco <sup>(10)</sup> “Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac”, propone varios diseños de mezclas de concreto reforzado de 1 al 3% de fibra de metal, cemento puzolánico y aditivos químicos que mejoran la tenacidad, resistencia a flexo tracción y controla la fisuración.

La tesis en mención nos aporta un diseño de mezcla con diferentes dosificaciones para finalmente seleccionar un diseño óptimo de concreto reforzado realizando la comparación a un diseño de mezcla convencional. Llegando a la conclusión que para una relación a/c = 0.50 se obtuvo un asentamiento de 4” y un  $f'c = 339 \text{ kg/cm}^2$  concreto sin fibra, mientras para un concreto reforzado se obtuvo un asentamiento inicial de 3” obteniendo un  $f'c = 379 \text{ kg/cm}^2$ . Entonces este estudio servirá como base para tener valores referenciales en el diseño y llegar a una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> y un slump de 4”.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

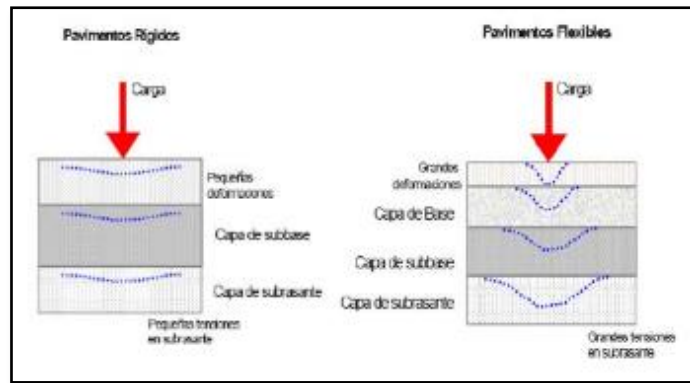
### PAVIMENTOS

Los pavimentos se catalogan en 2: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, cada uno con características diferentes como indica la Tabla 1.

*Tabla 1: Comparación entre pavimento rígido y flexible*

|  | <b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>   | <b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>  |
|--|---|--|
| <b>ESTRUCTURA (Según MTC 2014)</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calzada de concreto</li> <li>- Capa de sub-base</li> <li>- Capa de sub-rasante</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calzada asfáltica</li> <li>- Capa de base.</li> <li>- Capa de sub-base</li> <li>- Capa de sub-rasante</li> </ul>  |
| <b>PERIODO DE DISEÑO (Según MTC 2014)</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mínimo 20 años.</li> <li>- Mayor vida útil</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 años para caminos de bajo tránsito o para un diseño en una etapa.</li> <li>- 20 años para un diseño con dos etapas.</li> <li>- Menor vida útil.</li> </ul> |
| <b>FALLAS PRESENTADAS</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras por retracción plástica, longitudinales, transversales, roturas de esquina y de durabilidad.</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras y grietas: Piel de cocodrilo, fisuras en bloque, en arco transversal, longitudinal y por reflexión de junta.</li> </ul>                               |
| <b>COMPORTAMIENTO AL APLICAR CARGAS (Ver Figura 5)</b> | La consistencia de la superficie de rodadura es alta, por soportar de manera eficiente las cargas vehiculares obteniendo tensiones muy bajas en la sub-rasante. | La consistencia de la superficie de rodadura no es muy estable, porque se generan deformaciones generando tensiones mayores en la sub-rasante.   |
| <b>COSTO DE EJECUCIÓN</b>                              | Mayor costo de ejecución.   | Menor costo de ejecución.  |
| <b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>                          | Bajo costo en mantenimiento   | Bajo costo en mantenimiento  |

*Fuente: Elaboración propia*



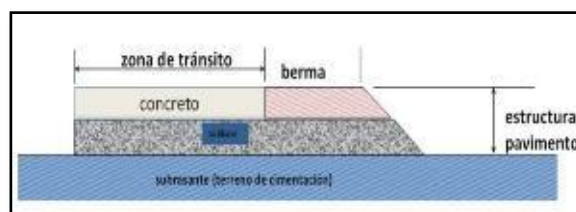
*Figura 5: Comportamiento mecánico de los pavimentos frente a una carga externa. Extraído de la tesis "Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos", por Miranda <sup>(10)</sup>*

- a. **PAVIMENTO RÍGIDO:** El pavimento rígido está constituido por subrasante, sub-base y calzada de concreto como se detalla en la Figura 6, cuyo propósito es generar transitabilidad uniforme.

**CALZADA DE CONCRETO:** Es la parte superficial del pavimento rígido que se encuentra expuesta a condiciones climáticas, cargas vehiculares y otros. Su función es impermeabilizar el pavimento de las capas inferiores para generar mayor vida útil.

**SUB-BASE:** Parte intermedia de toda la estructura de un pavimento rígido que soporta al concreto hidráulico, esta capa está compuesta por material granular seleccionado, tiene como objetivo sostener, distribuir y transmitir las cargas de cada eje de un vehículo que transita libremente, la sub-base de un pavimento rígido tiene que cumplir los parámetros mínimos de CBR mayor o igual al 80%.

**SUB-RASANTE:** Se ubica en la parte inferior de toda la estructura de un pavimento rígido, las cargas que recibe son de la sub-base, de la calzada de concreto y las cargas vehiculares, con el objetivo de otorgar estabilidad. Está conformada por material seleccionado compactado al 95% de la máxima densidad seca y un CBR (California Bearing Ratio) mayor a 6%.



*Figura 6: Estructura del pavimento rígido. Extraído de "Tópicos de Pavimentos de Concreto- Diseño, construcción y supervisión", elaborado por Salas <sup>(11)</sup>*

### 2.2.1. Concreto fibro-reforzado

El concreto fibro-reforzado es la combinación de cemento Portland, agua, piedra chancada de 3/4", arena gruesa y fibra de metal como se observa en la Figura 7 cumpliendo un protocolo de mezclado según lo requerido. Este concreto es peculiar porque su aplicación se da en varias obras civiles tales como pisos industriales, pavimentos rígidos, túneles y elementos estructurales (columnas, vigas, losas aligeradas y placas), con la finalidad de evitar y/o disminuir las fisuras y grietas en los pavimentos y generando un mejor comportamiento físico y mecánico a comparación de los concretos convencionales.

El concreto fibro-reforzado asegura resistencia con cargas doblemente mayores a las que un concreto convencional es sometido.



*Figura 7: Concreto fibro-reforzado.  
Fuente: Elaboración propia*

### ❖ AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

#### AGREGADO GRUESO

Es la piedra chancada, cuyas partículas son mayores a 4.75mm (tamiz N°4), establecido en la NTP 400.037 <sup>(12 p. 12)</sup>. Tiene formas angulosas, redondas, alargadas o planas.

Es uno de los elementos indispensable para formar el concreto, contribuye en la manejabilidad y las propiedades mecánicas.

Para el trabajo de investigación, se utilizó piedra de 3/4" como se muestra en la Figura 8, porque genera una mayor resistencia al concreto en su uso en pavimentos rígidos.



*Figura 8: Agregado grueso - Cantera Burgos-Pilcomayo.  
Fuente: Elaboración propia*

### **AGREGADO FINO**

Se determina generalmente como la arena natural, con partículas menores a 3/8 pulg (9.5 mm), como indica la NTP 400.037 (12 p. 12).

Para el trabajo de investigación, se utilizó arena gruesa como se muestra en la Figura 9 para que tenga buena trabajabilidad con la piedra de 3/4", influyendo en la absorción del agua para el diseño de mezcla y por su uso en pavimento rígido.



*Figura 9: Agregado fino-Cantera Mito-Huancayo.  
Fuente: Elaboración propia*

## ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

### - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO (NTP 339.185)

Se tiene como finalidad determinar la cantidad de agua excedente que mantienen los agregados, es un valor indispensable para poder corregir el agua en el diseño de mezcla, para tener buena trabajabilidad y resistencia del concreto. El procedimiento del ensayo completo se encuentra en la NTP 339.185 (13 pp. 1-8).

### - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL (NTP 400.012)

Se obtiene el valor de módulo de finura y el porcentaje de la distribución de los agregados pasantes por los tamices correspondientes, cumpliendo con los husos de la Tabla 2 y Tabla 3.

**Tabla 2: Husos granulométricos para agregados gruesos.**

| HUSO | TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL                | PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS |                   |               |                   |               |                     |               |                 |                   |                  |                |                |                 |                |
|------|--------------------------------------|--|-------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|      |                                      | 100 mm (4 in.)                                   | 90 mm (3 5/8 in.) | 75 mm (3 in.) | 63 mm (2 1/2 in.) | 50 mm (2 in.) | 37.5 mm (1 5/8 in.) | 25 mm (1 in.) | 19 mm (3/4 in.) | 12.5 mm (1/2 in.) | 9.5 mm (3/8 in.) | 4.75 mm (N° 4) | 2.36 mm (N° 8) | 1.18 mm (N° 16) | 300 µm (N° 50) |
| 1    | 90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 5/8 in.)  | 100  | 90 a 100          | -             | 25 a 60           | -             | 0 a 15              | -             | 0 a 5           | -                 | -                | -              | -              | -               | -              |
| 2    | 63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 5/8 in.)  | -  | -                 | 100           | 90 a 100          | 35 a 70       | 0 a 15              | -             | 0 a 5           | -                 | -                | -              | -              | -               | -              |
| 3    | 50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)            | -  | -                 | -             | 100               | 90 a 100      | 35 a 70             | 0 a 15        | -               | 0 a 5             | -                | -              | -              | -               | -              |
| 357  | 90 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)       | -  | -                 | -             | 100               | 95 a 100      | -                   | 35 a 70       | -               | 10 a 30           | -                | 0 a 5          | -              | -               | -              |
| 4    | 37.5 mm a 9 mm (1 5/8 a 3/4 in.)     | -  | -                 | -             | -                 | 100           | 95 a 100            | 20 a 55       | 0 a 15          | -                 | 0 a 5            | -              | -              | -               | -              |
| 407  | 37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4) | -  | -                 | -             | -                 | 100           | 95 a 100            | -             | 35 a 70         | -                 | 10 a 30          | 0 a 5          | -              | -               | -              |
| 5    | 25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)        | -  | -                 | -             | -                 | -             | 100                 | 50 a 100      | 20 a 55         | 0 a 10            | 0 a 5            | -              | -              | -               | -              |
| 56   | 25 mm a 9.5 mm (1 in. a 3/8 in.)     | -  | -                 | -             | -                 | -             | 100                 | 50 a 100      | 40 a 85         | 10 a 40           | 0 a 15           | 0 a 5          | -              | -               | -              |
| 57   | 25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)       | -  | -                 | -             | -                 | -             | 100                 | 55 a 100      | -               | 25 a 60           | -                | 0 a 10         | 0 a 5          | -               | -              |
| 6    | 19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)       | -  | -                 | -             | -                 | -             | -                   | 100           | 50 a 100        | 20 a 55           | 0 a 15           | 0 a 5          | -              | -               | -              |
| 67   | 19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)     | -  | -                 | -             | -                 | -             | -                   | 100           | 50 a 100        | -                 | 20 a 55          | 0 a 10         | 0 a 5          | -               | -              |
| 7    | 12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)   | -  | -                 | -             | -                 | -             | -                   | -             | 100             | 90 a 100          | 40 a 70          | 0 a 15         | 0 a 5          | -               | -              |
| 8    | 9.5 mm a 2.36 mm (3/8 in. a N° 8)    | -  | -                 | -             | -                 | -             | -                   | -             | -               | 100               | 85 a 100         | 10 a 30        | 0 a 10         | 0 a 5           | -              |
| 89   | 9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)   | -  | -                 | -             | -                 | -             | -                   | -             | -               | 100               | 90 a 100         | 20 a 65        | 5 a 50         | 0 a 10          | 0 a 5          |
| 9    | 4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)     | -  | -                 | -             | -                 | -             | -                   | -             | -               | -                 | 100              | 85 a 100       | 10 a 40        | 0 a 10          | 0 a 5          |

Nota: Tomado de Supermix, Concretos <sup>(14)</sup>

**Tabla 3: Husos granulométricos para agregados finos**

| TAMIZ            | PORCENTAJE QUE PASA |
|------------------|---------------------|
| 9.5 mm (3/8 in.) | 100                 |
| 4.75 mm (N° 4)   | 95 a 100            |
| 2.36 mm (N° 8)   | 80 a 100            |
| 1.18 mm (N° 16)  | 50 a 85             |
| 600 µm (N° 30)   | 25 a 60             |
| 300 µm (N° 50)   | 05 a 30             |
| 150 µm (N° 100)  | 0 a 10              |

Nota: Tomado de Supermix, Concretos <sup>(14)</sup>

El fin es generar garantía de la calidad de los agregados para obtener un concreto confiable, el ensayo se encuentra descrito en la NTP 400.012 (15 pp. 1-15).

- **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)**

El ensayo halla el peso volumétrico: peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos y gruesos que sean de tamaño nominal de 150 mm (6”), el resultado es utilizado en el diseño de mezcla como indicador en la dosificación, siguiendo el procedimiento que indica la NTP 400.017 <sup>(16 pp. 1-14)</sup>.

- **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)**

El ensayo de peso específico en agregados gruesos determina el peso específico seco, saturado y aparente, estos valores nos sirven para identificar la cantidad de agregado grueso que se utilizará en 1m<sup>3</sup> de concreto.

El ensayo de absorción influye en las propiedades mecánicas del agregado grueso para poder generar una buena resistencia en el concreto. El procedimiento del ensayo se encuentra en la NTP 400.021 <sup>(17 pp. 1-17)</sup>.

- **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022)**

El ensayo de gravedad específica determina el peso específico seco, peso específico saturado y aparente, los que se utilizan para calcular el volumen de agregado en el diseño de mezcla.

Los valores del ensayo de absorción de agregados nos sirven para calcular la masa del agregado a causa del agua absorbida entre las partículas en condición seca y para controlar la calidad de las características físicas que presenta el agregado fino. Se sigue el procedimiento de la NTP 400.022 <sup>(18 pp. 1-20)</sup>.

❖ **AGUA**

La cantidad de agua en el diseño de mezcla depende de los resultados de la caracterización de agregados, con la finalidad de poder obtener un concreto de calidad y trabajable.

El agua es un elemento que, al contactarse con el cemento, esta mezcla varía su comportamiento desde el estado fresco hasta el estado endurecido.

## ❖ CEMENTO PORTLAND

Es un insumo que se genera por la calcinación del clínker y yeso, es un aglutinante hidráulico porque al intervenir con el agua, la mezcla tiende a variar desde un estado fresco a un fraguado y posteriormente a un endurecimiento.

El cemento Portland cumple con la NTP 334.009 <sup>(19 p. 11)</sup>, en la Tabla 4, donde indica la clasificación de los 5 tipos de cementos según el uso que se requiere.

*Tabla 4: Clasificación y uso de cada uno de los Cementos Portland existentes*

| TIPO                                 | USO  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Cemento Portland Tipo I</b>       | Su uso es general  |
| <b>Cemento Portland Tipo II (MH)</b> | Para moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación |
| <b>Cemento Portland Tipo III</b>     | Para altas resistencias iniciales                              |
| <b>Cemento Portland Tipo IV</b>      | Para lograr bajo calor de hidratación                          |
| <b>Cemento Portland Tipo V</b>       | Cuando se requiere alta resistencia a sulfatos                 |

*Nota: Elaboración propia*

Para el presente trabajo de investigación, se hizo uso del **Cemento Portland Tipo-I**, porque contiene bajo contenido de álcalis<sup>1</sup> como se muestra en el ANEXO 4, también porque el uso será para el concreto hidráulico del pavimento rígido sin ningún caso en especial y porque proporciona una mejor resistencia a compresión a edades altas del concreto, lo cual es un objetivo presente en la investigación el determinar la resistencia máxima a los 28 días.

El C3A (Aluminato Tricálcico) al contactarse con el agua provoca el endurecimiento a corto plazo lo cual provoca el fraguado, lo que indica el paso del concreto del estado plástico al estado sólido. Se origina por la hidratación de los componentes.

## ❖ FIBRAS

Las fibras son filamentos de diferentes características, destinados para uso en concreto, con la finalidad de impedir la aparición y/o desarrollo de las fisuras en elementos estructurales, túneles, puentes, etc.

Su clasificación, según el ASTM 1116, se da de la siguiente manera:

### Por el material

- Son fibras de acero que ocasionalmente contienen poco carbón, su relación longitud y diámetro varía de 20-100.

<sup>1</sup> El bajo contenido de álcalis en el cemento indica la protección de concretos que contienen agregados, porque pueden actuar de manera destructiva.



- Se conforma por Acrílico, Aramid, Carbón, Polipropileno, Nulon, Poliéster, etc.
- El material es resistente al álcali u óxido.
- Su diámetro se encuentra entre 0.5 y 0.2 mm con una absorción mayor a 12%. Como ejemplos se tiene el coco, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc.

**Por la funcionalidad, geometría y dosificación**

- Microfibras: Tienen diámetros pequeños de 0.023 y 0.050 mm, con la finalidad de interrumpir la fisuración durante el tiempo de fraguado del concreto antes de las 24 horas.

Se garantizan por la baja dosificación ( $< 1 \text{ kg/m}^3$  de concreto), gracias a la dispersión de las fibras se absorben los esfuerzos mínimos generados por retracción plástica impidiendo que las fisuras se propaguen en columnas, placas, vigas, muros, etc.

- Macrofibras: Las macrofibras tienen como diámetro entre 0.05 y 2.00mm, la relación longitud-distancia varía entre 20 a 100, están hechas para eludir la fisuración en estado endurecido y disminuir el espesor de la fisura.

Las macrofibras se aplican en losas reemplazando a la malla que es instalada en el medio del espesor de la losa que tiene la función de absorber los esfuerzos de temperatura y retracción. También impide la aparición de fisuras a larga y corta edad para una vida útil mayor y sin para ya no requerir un mantenimiento.

## FIBRA DE METAL WIRAND FF3

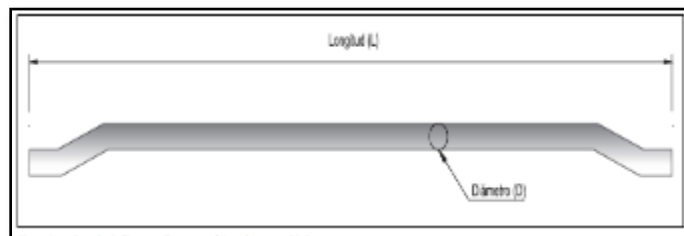


*Figura 10:*Fibra de metal WIRAND FF3.  
*Fuente:* Elaboración propia

La fibra de metal **WIRAND FF3** (Figura 10) se clasifica como macrofibra por tener un diámetro de 0.75 mm, se escogió esta adición por el hecho que se adecúa para una losa de concreto del pavimento rígido cuya función es contrarrestar el fenómeno de las fisuras originadas por contracción plástica, ya que esta actúa en el concreto como una micro armadura haciendo que la fibra contemple una resistencia a la tracción adecuada generando al concreto una ductilidad y tenacidad alta, así como también aumenta la resistencia a compresión, flexión y tracción a comparación de un concreto convencional.

- **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

La fibra de metal WIRAND FF3 contiene ganchos a los extremos, como se observa en la Figura 11, cuyo objetivo es garantizar que la adherencia al concreto sea mejor, cumple con las características que ayudan a mejorar el comportamiento físico y mecánico del concreto, así como especifica su ficha técnica en el ANEXO 3.



*Figura 11:* Fibra metálica con anclaje en las extremidades.  
*Macaferri (20 p. 15)*

- **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

El concreto fibroreforzado presenta propiedades mecánicas, que dependen del tipo de fibra, dosificación y uso que se utilizará, por tal

motivo se eligió usar la fibra WIRAND FF3, que nos ayudará a poder alcanzar los objetivos planteados, sus características mecánicas son:

**Rm** (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1200 MPa

**AI** (Elongación a la ruptura) : < 4 %

**E** (Módulo de elasticidad) :210 000 MPa.

- **APLICACIÓN**

La fibra de metal es utilizada en los concretos con resistencia alta que soportan explosiones, contacto con el agua y cargas mayores en los elementos estructurales de viviendas, pisos, pavimentos y túneles. (Ver Figura 12)

En el campo de la hidráulica son utilizadas para prevenir la oxidación en la estructura.

En los túneles se utiliza generalmente para reemplazar las mallas electrosoldadas y así disminuir trabajos en excavaciones y generar un mayor refuerzo en el concreto lanzado.

En los pavimentos rígidos, la relación área/volumen es mayor y es necesario el control de fisuras superficiales que se originan en el tiempo de fraguado del concreto, al incorporar fibras se disminuye trabajos en obra como es el traslazo, un armado previo y el transporte a obra, siendo una buena alternativa de solución como refuerzo. Según Gallovich <sup>(21 p. 12)</sup> la dosificación mínima es de 20-25kg/m<sup>3</sup> (0,025%-0,03% en volumen) y para casos más exigentes, los 40 o 80kg/m<sup>3</sup> (0,5 -1 % en volumen), dependiendo de las características específicas del proyecto.



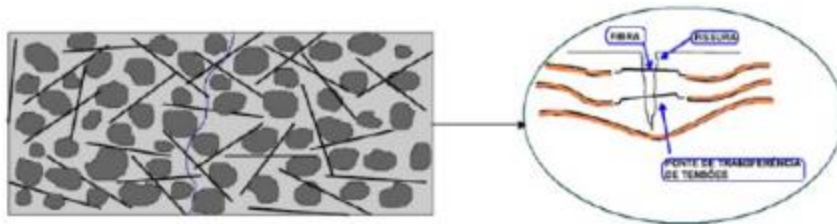
*Figura 12: Losa de Almacén Ransa – Lima. Tomado de Macaferri <sup>(22)</sup>*

- **VENTAJAS**

- Los beneficios que se tiene al adicionar fibras de metal al concreto vienen a ser la ductilidad, resistencia a la compresión, esfuerzo a flexión y al corte.
- Proporcionan resistencia al corte, lo cual es esencial en la construcción de pisos.
- La adición de fibras mejora la compresión del concreto evitando que se produzca una falla frágil, la fluencia del acero se observa en el incremento de las grietas y sus características y una ruptura en la curva carga-deflexión, generando buena ductilidad.
- Económicamente es recomendable con respecto al refuerzo convencional porque disminuye el trabajo de colocación y reemplazando armaduras aportando un buen rendimiento en obra.

- **RECOMENDACIONES.** Según Macaferri <sup>(23 pp. 3-4)</sup>

- Para un buen comportamiento de las fibras es aconsejable que el tamaño del agregado sea menor a 1", para una buena dispersión en la mezcla.



*Figura 13: Dispersión y comportamiento de la fibra de en la mezcla del concreto. Macaferri <sup>(23)</sup>*

- El aumento de fibra de metal puede reducir el asentamiento de la mezcla de 1" a 3", es por ello que es recomendable hacer una mezcla con un slump mayor o poder utilizar un aditivo para mejorar la trabajabilidad.

### **2.2.2. Diseño de mezcla**

Es el procedimiento más importante para una buena dosificación de los materiales a utilizar (agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y fibra de metal según la dosificación), considerando previamente los ensayos de caracterización, los que son corregidos para poder cumplir con los parámetros de las normas según el método de diseño que se elija.

Para la mezcla se sigue un protocolo de mezclado, que es una secuencia para la entrada de los materiales con el fin de aprovechar la sinergia<sup>2</sup> de los mismos, los protocolos que se utilizaron son los siguientes: (Ver Tabla 5 y Tabla 6).

**Tabla 5:** Protocolo de mezclado para el diseño patrón.  
Fuente: Elaboración propia

| SECUENCIA DE MEZCLADO   | TIEMPO DE MEZCLADO (min) | TIEMPO ACUMULADO (min) |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| Agua (50%)              | 0.3                      |                        |
|                         |                          | T= 0.3                 |
| Agregado grueso         | 0.5                      |                        |
|                         |                          | T= 0.8                 |
| Agregado fino           | 0.5                      |                        |
|                         |                          | T= 1.3                 |
| Cemento Portland TIPO-I | 0.5                      |                        |
|                         |                          | T= 1.8                 |
| Mezclado de insumos     | 3                        |                        |
|                         |                          | T= 4.8                 |
| Mezclado final          | 1                        |                        |
|                         |                          | T= 5.8                 |
| Descarga del concreto   | 0.5                      |                        |
|                         |                          | <b>T= 6.3</b>          |

**Tabla 6:** Protocolo de mezclado para el diseño con adición de fibra.  
Fuente: Elaboración propia

| SECUENCIA DE MEZCLADO                       | TIEMPO DE MEZCLADO (min) | TIEMPO ACUMULADO (min) |
|---|--------------------------|------------------------|
| Agua (50%)                                  | 0.3                      |                        |
|   |                          | T= 0.3                 |
| Agregado grueso                             | 0.5                      |                        |
|   |                          | T= 0.8                 |
| Agregado fino                               | 0.5                      |                        |
|   |                          | T= 1.3                 |
| Cemento Portland TIPO-I                     | 0.5                      |                        |
|   |                          | T= 1.8                 |
| Reposo de mezcla para la adición de aditivo | 0.3                      |                        |

<sup>2</sup> Acción adjunta de varios elementos, para la realización de una función.

|                             |     |        |
|-----------------------------|-----|--------|
|                             |     | T= 2.1 |
| Agua (30%) + Aditivo (100%) | 2   |        |
|                             |     | T= 4.1 |
| Mezclado de insumos         | 3   |        |
|                             |     | T= 7.1 |
| Mezclado final              | 1   |        |
|                             |     | T= 8.1 |
| Descarga del concreto       | 0.5 |        |
|                             |     | T= 8.6 |

### ❖ DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN

En la Tabla 7 y Tabla 8, se observa las dosificaciones del diseño patrón para un  $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ . En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

*Tabla 7: Dosificación de materiales para el diseño patrón para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | TANDA       |           |
|-------------------------|-------------|-----------|
|                         | PESO        | UNID      |
| Cemento Portland Tipo I | 0.55        | kg        |
| Agua                    | 0.27        | kg        |
| Arena                   | 1.01        | kg        |
| Piedra 3/4"             | 1.18        | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0           | kg        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>3.01</b> | <b>kg</b> |

*Tabla 8: Dosificación de materiales para el diseño patrón para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | TANDA       |           |
|-------------------------|-------------|-----------|
|                         | PESO        | UNID      |
| Cemento Portland Tipo I | 6.42        | kg        |
| Agua                    | 3.12        | kg        |
| Arena                   | 11.74       | kg        |
| Piedra 3/4"             | 13.71       | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.00        | kg        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>35.0</b> | <b>kg</b> |

### ❖ DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRA DE METAL (20 kg/m<sup>3</sup>)

En la Tabla 9 y Tabla 10, se muestran las dosificaciones para el diseño de mezcla con fibra de metal para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

*Tabla 9: Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m<sup>3</sup> para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | TANDA |      |
|-------------------------|-------|------|
|                         | PESO  | UNID |
| Cemento Portland Tipo I | 0.55  | kg   |
| Agua                    | 0.27  | kg   |
| Arena                   | 1     | kg   |

|                  |             |           |
|------------------|-------------|-----------|
| Piedra 3/4"      | 1.16        | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3 | 0.026       | kg        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>3.01</b> | <b>kg</b> |

*Tabla 10: Dosificación de materiales para el diseño con 20 kg/m<sup>3</sup> para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES | TANDA |      |
|------------|-------|------|
|            | PESO  | UNID |
|            |       |      |

|                         |       |    |
|-------------------------|-------|----|
| Cemento Portland Tipo I | 6.39  | kg |
| Agua                    | 3.11  | kg |
| Arena                   | 11.64 | kg |

|                  |              |           |
|------------------|--------------|-----------|
| Piedra 3/4"      | 13.56        | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3 | 0.30         | kg        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>35.00</b> | <b>kg</b> |

#### ❖ DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRA DE METAL (25 kg/m<sup>3</sup>)

En la Tabla 11 y Tabla 12 se muestran las dosificaciones para el diseño de mezcla con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

**Tabla 11:** Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m<sup>3</sup> para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia

| MATERIALES              | TANDA        |           |
|-------------------------|--------------|-----------|
|                         | PESO         | UNID.     |
| Cemento Portland Tipo I | 0.55         | kg        |
| Agua                    | 0.27         | kg        |
| Arena                   | 1            | kg        |
| Piedra 3/4"             | 1.16         | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.032        | kg        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>3.012</b> | <b>kg</b> |

**Tabla 12:** Dosificación de materiales para el diseño con 25 kg/m<sup>3</sup> para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia

| MATERIALES              | TANDA     |           |
|-------------------------|-----------|-----------|
|                         | PESO      | UNID.     |
| Cemento Portland Tipo I | 6.38      | kg        |
| Agua                    | 3.10      | kg        |
| Arena                   | 11.62     | kg        |
| Piedra 3/4"             | 13.53     | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.37      | kg        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>35</b> | <b>kg</b> |

#### ❖ DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRA DE METAL (30 kg/m<sup>3</sup>)

En la Tabla 13 y Tabla 14 se muestran las dosificaciones para el diseño de mezcla con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. En el **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, se dará más detalle de las consideraciones que se tomaron.

**Tabla 13:** Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m<sup>3</sup> para briquetas de 4"x8" aproximadamente, con capacidad de 3kg. Fuente: Elaboración propia

| MATERIALES              | TANDA        |           |
|-------------------------|--------------|-----------|
|                         | PESO         | UNID      |
| Cemento Portland Tipo I | 0.55         | kg        |
| Agua                    | 0.27         | kg        |
| Arena                   | 0.99         | kg        |
| Piedra 3/4"             | 1.16         | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.038        | kg        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>3.008</b> | <b>kg</b> |

**Tabla 14:** Dosificación de materiales para el diseño con 30 kg/m<sup>3</sup> para vigas de 50x15x15cm aproximadamente, con capacidad de 35kg. Fuente: Elaboración propia

| MATERIALES              | TANDA     |           |
|-------------------------|-----------|-----------|
|                         | PESO      | UNID      |
| Cemento Portland Tipo I | 6.37      | kg        |
| Agua                    | 3.10      | kg        |
| Arena                   | 11.60     | kg        |
| Piedra 3/4"             | 13.48     | kg        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.45      | kg        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>35</b> | <b>kg</b> |

### 2.2.3. Ensayos en estado fresco

En el estado fresco se presenta una característica muy particular que es la flacidez, que proporciona trabajabilidad.

❖ **PRÁCTICA NORMALIZADA PARA LA ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO EN CAMPO (NTP 339.033)**

En este ensayo, se realiza la elaboración de especímenes con un concreto en estado fresco, pasando luego a un estado de fraguado, donde el concreto comienza a endurecerse a causa de la compactación y finalmente termina en el estado endurecido, las cuales se roturarán a diferentes edades, lo recomendable es 3,7, 14 y 28 según dependa del especialista. Para el muestreo es necesario elaborar tres o más muestras por edad y condición de ensayo en los moldes cilíndricos o prismáticos, según indica la NTP 339.033 <sup>(24 pp. 1-17)</sup>

❖ **ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) (NTP 339.035)**

El asentamiento es el grado de fluidez que presenta la masa de concreto<sup>3</sup> para un buen uso en los encofrados. Para el caso de concreto para pavimentos el asentamiento recomendable es de 1”- 3” como muestra la Tabla 15 y siguiendo el procedimiento que indica la NTP 339.035 <sup>(25 pp. 1-9)</sup>, en cuanto a la trabajabilidad depende al diseño que cada uno necesita, para ello nos podemos guiar de la Tabla 16.

*Tabla 15: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.*

| Construcción de Concreto                                | Revenimiento mm (pulg.) |        |
|---|-------------------------|--------|
|   | Máximo*                 | Mínimo |
| Zapatas y muros de cimentación reforzado                | 75 (3)                  | 25 (1) |
| Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo | 75 (3)                  | 25 (1) |
| Vigas y muros reforzados                                | 100 (4)                 | 25 (1) |
| Columnas de edificios                                   | 100 (4)                 | 25 (1) |
| Pavimentos y losas                                      | 75 (3)                  | 25 (1) |
| Concreto masivo   | 75 (3)                  | 25 (1) |

*Nota: Tomado de Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi <sup>(26)</sup>*

<sup>3</sup> El grado de asentamiento del concreto reforzado con fibra de metal siempre es menor que un concreto convencional.



**Tabla 16:** Asentamiento y trabajabilidad según el grado de asentamiento

| <b>GRADO DE ASENTAMIENTO</b> | <b>ASENTAMIENTO</b> | <b>TRABAJABILIDAD</b> |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|
| <b>Seca</b>                  | 0" a 2"             | Poco trabajable       |
| <b>Plástica</b>              | 3" a 4"             | Trabajable            |
| <b>Fluida</b>                | Mayores a 5"        | Muy trabajable        |

*Nota:* Tomado de Rivva (27 pp. 74-75)

❖ **PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (NTP 339.046)**

El peso unitario del concreto mide masa /volumen (m/v), determinando la densidad y el rendimiento del concreto, según nos menciona la NTP 339.046 (28 pp. 1-10)

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DEL AIRE DE MEZCLA DE HORMIGÓN (NTP 339.083)**

El objetivo es determinar el contenido de aire que conserva el concreto fresco después de realizar la mezcla. Este valor se calcula mediante el uso de la olla de Washington obteniendo el porcentaje de aire que conserva el concreto fresco marcando en el manómetro.

Según NTP 339.083 (29), especifica que el aire incorporado medido tendrá una tolerancia de  $\pm 1,5$  del valor especificado en porcentaje.

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082)**

Este ensayo nos permite determinar el tiempo en el que la pasta cementante hidráulica o concreto comienza a fraguar, midiendo su resistencia a la penetración mediante la aguja de Vicat. En campo nos indica si la mezcla está desarrollando hidratación, mucho depende de las condiciones en las que se encuentran los materiales. El proceso se sigue mediante la NTP 339.082 (31 pp. 1-21)

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184)**

El ensayo de temperatura en mezclas de concreto se determina para garantizar que la temperatura no exceda los 70°C después del vaciado, tampoco que baje de 19°C y así garantizar la trabajabilidad del concreto. El resultado depende del aporte del calor de los componentes de la mezcla,

del calor producido por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y las condiciones ambiente.

En el campo, el aire optimiza la durabilidad del concreto, en especial el que se encuentra expuesto a la humedad y se sabe que en la ciudad de Huancayo en las épocas de lluvia los pavimentos se encuentran expuestos ante esta situación y también que el aire incluido mejora la resistencia del concreto impidiendo que la superficie se descascare.

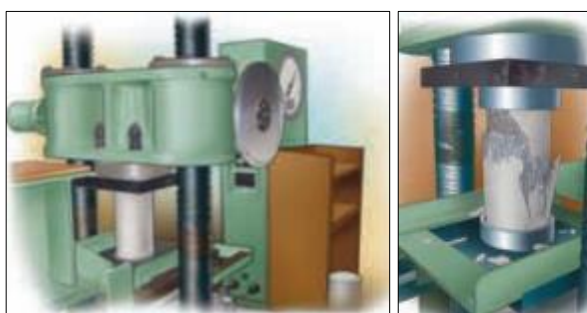
El procedimiento del ensayo se encuentra en la NTP 339.184 <sup>(32 pp. 1-6)</sup>.

#### **2.2.4. Ensayos en estado endurecido**

El estado endurecido se origina después del proceso del fraguado y comienza a endurecer y generar resistencia.

#### **❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)**

La compresión es el comportamiento mecánico principal del concreto, porque representa la calidad y resistencia del concreto al aplicar una carga axial en los especímenes que previamente debieron pasar un proceso de curado, usada en los cálculos para diseño de puentes, edificaciones y otras estructuras. Es la capacidad de carga que soporta la probeta como se observa en la Figura 14. El resultado es expresado generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con algunas frecuencias lb/pulg<sup>2</sup>. El procedimiento a seguir se encuentra en la NTP 339.034 <sup>(33 pp. 1-19)</sup>



*Figura 14: Prueba de resistencia a la compresión. Tomado de MCYC <sup>(34)</sup>*

Generalmente, la resistencia a compresión de un concreto oscila entre 210 a 350 kg/cm<sup>2</sup>. En la presente investigación, la resistencia a la que el concreto tiene que alcanzar a los 28 días es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, recomendado por el Manual de Carreteras 27014 <sup>(1)</sup>, como muestra la Tabla 17, para un nivel de tráfico bajo.

**Tabla 17:** Valores recomendados según el Manual de Carreteras.

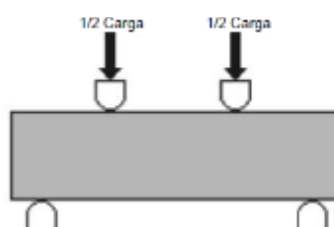
| RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE | RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR) | RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c) |
|--|---|---|
| ≤ 5'000,000 EE                           | 40 kg/cm <sup>2</sup>                                   | 280 kg/cm <sup>2</sup>  |
| > 5'000,000 EE<br>≤ 15'000,000 EE        | 42 kg/cm <sup>2</sup>                                   | 300 kg/cm <sup>2</sup>  |
| > 15'000,000 EE                          | 45 kg/cm <sup>2</sup>                                   | 350 kg/cm <sup>2</sup>  |

NOTA: Tomado del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos(35 pág. 235)

### ❖ RESISTENCIA A FLEXIÓN (ASTM C1609)

La resistencia a flexión del concreto, simple o fibro-reforzado, es la medida de la resistencia a la falla por la aplicación cargas sometidas a la viga, cuyas dimensiones son de 53.5cm x 15.3cm x 15.3cm Ver Figura 15. El procedimiento se rige al ASTM C1609, donde indica que se requiere elaborar al menos series de 3 especímenes.

El ensayo es útil para poder obtener el Módulo de Rotura que está expresado en MPa y con este valor poder diseñar y controlar la aceptación de los pavimentos.



**Figura 15:** Carga en los puntos tercios. Obtenido de NRMCA <sup>(36 p. 1)</sup>

En el concreto con fibras con anclaje en las extremidades la resistencia a la flexión incrementa más por tensión que por compresión debido a que su comportamiento dúctil en el lado de la tracción de la viga hace que el eje neutro se desplace hacia la zona de compresión.

Su uso se da en el diseño de pavimentos u otras losas (pisos, placas). Según la Norma CE 010 del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) hace mención que, para pavimentos rígidos en vías locales y colectoras, como se muestra en la Tabla 18, el MR (Módulo de Rotura) debe ser mayor a 34 kg/cm<sup>2</sup> o 3.4 MPa.

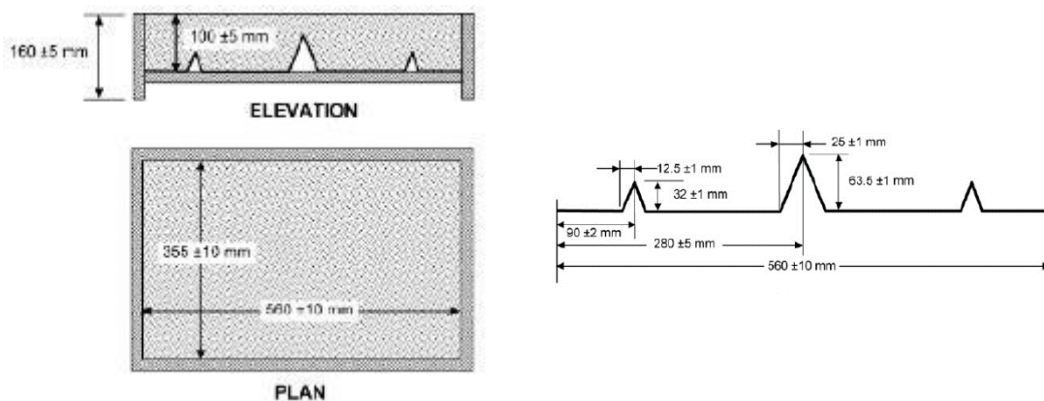
**Tabla 18:** Requisitos mínimos según tipo de pavimentos.

| Tipo de pavimento              |                            | Flexible   | Rígido                                 | Adoquines  |
|--------------------------------|----------------------------|--|--|--|
| Capa de Subrasante             |                            | 95 % de compactación:<br>Suelos granulares - Proctor Modificado<br>Suelos cohesivos - Proctor Estándar<br>Espesor compactado:<br>≥ 250 mm – Vías locales y colectoras<br>≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas |  |  |
| Capa de Subbase                |                            | CBR ≥ 40 %<br>100% compactación Proctor Modificado   | 100% compactación Proctor Modificado   | CBR ≥ 30 %   |
| Capa de Base                   |                            | CBR ≥ 80 % para el 100% de compactación Proctor Modificado   | NR                                     | CBR ≥ 80% para el 100% de compactación Proctor Modificado    |
| Riego de Imprimitación         |                            | Penetración de la imprimitación ≥ 5 mm   | NA                                     | NA   |
| Capa de Apoyo                  |                            | NA   | Capa de subbase o capa de base         | Capa de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm. |
| Espesor de la Capa de Rodadura | Vías locales               | CA ≥ 60 mm   | CH ≥ 150 mm                            | ≥ 60 mm  |
|                                | Vías colectoras            | CA ≥ 60 mm   | CH ≥ 150 mm                            | ≥ 80 mm  |
|                                | Vías arteriales            | CA ≥ 70 mm   | CH ≥ 200 mm                            | NR   |
|                                | Vías expresas              | CA ≥ 80 mm   | CH ≥ 200 mm                            | NR   |
| Resistencia mínima             | Vías locales               | NA   | MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm <sup>2</sup> )* | f <sub>c</sub> ≥ 38 MPa (380 kg/cm <sup>2</sup> )            |
|                                | Vías colectoras            | NA   | MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm <sup>2</sup> )* |  |
|                                | Vías arteriales y expresas | NA   | MR ≥ 4,5 MPa (45 kg/cm <sup>2</sup> )* |  |

Nota: Tomado de SENCICO <sup>(37)</sup>

## ❖ MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EVALUAR EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA (ASTM C1579)

La finalidad del ensayo es cuantificar las fallas por retracción plástica que se presentan en los paneles de concreto, a su vez medir cada 30 minutos las características de las fallas presentadas (longitud y espesor) del diseño patrón y con las dosificaciones anteriormente mencionadas. Controlando la pérdida de humedad o exudación del concreto que es el causante para producir fisuras en el tiempo de fraguado inicial. El ensayo consiste en colocar un molde con las dimensiones especificadas en la Figura 16 y así proseguir con el procedimiento establecido por la norma ASTM Internacional <sup>(38 pp. 1-7)</sup>.

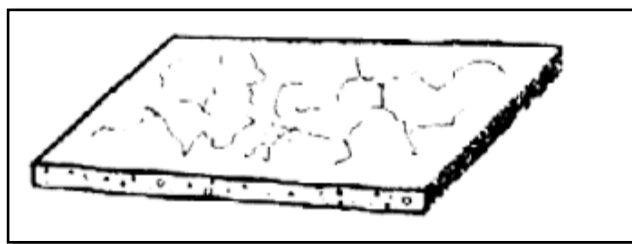


**Figura 16:** Diseños del molde para en ensayo ASTM C 1579. Obtenido en ASTM C1579 <sup>(39 p. 2)</sup>

### 2.2.5. Propiedades físicas del pavimento rígido

#### ❖ RETRACCIÓN PLÁSTICA

Las fisuras por retracción plástica en los pavimentos son originadas después de 6 horas de vaciado tanto en climas calurosos o fríos donde se encuentre el concreto, a causa de diferentes factores tales como la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento en la parte superficial del concreto, al juntarse provocan niveles altos de evaporación o exudación superficial, son fisuras de un espesor apreciable (0.2 – 0.4 cm) y de escasas profundidades. Como se puede observar las características en la Figura 17, las que se originan más donde la humedad relativa es más baja.



*Figura 17: Fisuras de retracción plástica. Tomado de Corral y Toirac<sup>(40)</sup>*

Las ventajas que proporcionan las fibras de metal con relación al ensayo de ASTM C-1579 ensayo del panel rectangular – retracción plástica es de reducir el espesor de las fisuras que se originan a causa del factor climático. “Las fisuras en el pavimento con concreto fibro-reforzado son mínimas, ya que por la presencia de la fibra de acero hace que la fisura generada en la losa de concreto sea de un ancho mínimo casi no apreciable” Lao, Wendy<sup>(41 p. 26)</sup>

Los ensayos realizados para ver el comportamiento físico del concreto fibro-reforzado han comprobado que la adición de fibra de acero en un 0.25% por volumen de concreto reduce considerablemente las fisuras en un 20% el ancho de cada fisura, teniendo una ventaja el concreto fibro-reforzado a comparación del concreto convencional

#### ❖ **AGRIETAMIENTO**

El agrietamiento se origina cuando se presentan tensiones en el concreto debido a las dimensiones de las losas y muros, son grietas que aparecen en lo profundo del concreto con un ancho superior a 1mm como se percibe en la Figura 18.

En el caso de las losas del pavimento, se presentan cuando la longitud es superior a 36 veces el espesor, o bien cuando la relación largo/ancho es mayor de 1.5.



*Figura 18: Ejemplo de agrietamiento – HUANCAYO.  
Fuente: Elaboración propia*

#### ❖ **FISURACIÓN**

La fisuración es el fenómeno que se genera en el fraguado del concreto, son superficiales y visibles, su ancho es inferior a 1 mm, el ancho de fisura considerable o permitido es entre 0 mm - 0.3mm como se observa en la Figura 19. Generalmente, se producen por agentes atmosféricos como la humedad, temperatura, por retracción del material, por las dilataciones y retracciones de origen hídrico y térmico y por las cargas verticales que se producen por los vehículos.

En el caso de los pavimentos las fisuras se controlan mediante las juntas, lugar donde las placas tienen espacio para distribuir los cambios dimensionales, como es el caso de los cambios dimensionales a temprana edad que tiene como causa importante a la pérdida de agua de manera prematura por evaporación en la parte superficial.



**Figura 19:** Ejemplo de fisuración– HUANCAYO.  
Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 Método de investigación**

Según Castán <sup>(42 p. 1)</sup>, “El método científico es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias”.

Bajo esta definición el método de investigación del presente trabajo es **científico**, porque aumentará el conocimiento del concreto fibroreforzado para su uso en pavimentos rígidos dando solución al problema de resistencia, fallas y fisuras.

#### **3.1.2 Alcances de la investigación**

##### **a. Tipo de investigación**

Según Baena <sup>(43 p. 18)</sup>, “La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción, aportando conocimiento nuevos”.

La presente investigación indica ser un tipo de investigación **aplicada** por buscar estrategias que permiten la solución de los objetivos planteados ante un problema en específico.

##### **b. Nivel de investigación**

Según Hernández, Fernández y Bautista <sup>(44 p. 158)</sup>, “Nivel relacional describen relaciones en uno o más grupos o subgrupos buscando la relación entre variables”

El nivel de investigación que presenta el estudio, reúne las características de una investigación **relacional**, porque como se muestra en la Figura 20, con la investigación se logrará relacionar las variables comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido (resistencia a la compresión, flexión y fisuración por retracción plástica) las cuales actuarán directamente proporcional a medida que la dosificación de fibra de metal (20kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> y 30kg/m<sup>3</sup>) varía.



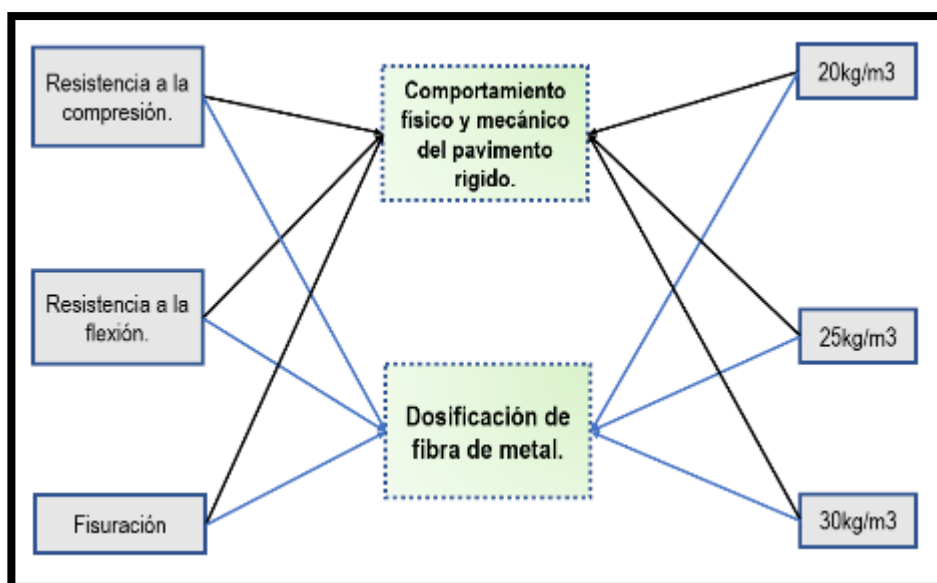


Figura 20: Estructura a nivel relacional de las variables.  
Fuente: Elaboración propia

## 3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.2.1. Tipo de diseño de investigación

Según Kirk <sup>(45)</sup> define el **diseño experimental** como “Un plan para asignar los sujetos a las condiciones experimentales y el análisis estadístico asociado con ese plan”.

El diseño de la investigación del presente trabajo es **experimental**, debido a que se manipularon las variables “Comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido” y la variable “Dosificación de fibra de metal”, observando el comportamiento en los ensayos realizados.

## 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.3.1. Población

Según Hernández, Fernández y Bautista <sup>(46 p. 174)</sup> la población es “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”

En la investigación se considerará como población probetas, vigas y losas rectangulares de concreto. Según la NTP 339.183 indica que “el número mínimo de probetas elaboradas son tres (03) para cada edad”.

### 3.3.2. Muestra

Según Palella <sup>(47 p. 83)</sup>, define la muestra como “el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características similares”

En el presente trabajo las muestras dependerán de los ensayos que realizaremos, en las cantidades que se indica en la Tabla 19.

*Tabla 19: Cantidad de especímenes en estudio.*

*Fuente: Elaboración propia.*

| PROBETA  | 3 DÍAS             | 7 DÍAS | 28 DÍAS   | TOTAL      |
|--|--------------------|--------|-----------|------------|
| Patrón <sup>4</sup>                                    | 12                 | 12     | 12        | 36         |
| Con adición del 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 12                 | 12     | 12        | 36         |
| Con adición del 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 12                 | 12     | 12        | 36         |
| Con adición del 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 12                 | 12     | 12        | 36         |
| <b>TOTAL DE PROBETAS</b>                               |                    |        |           | <b>144</b> |
| VIGA   | 3 DÍAS             | 7 DÍAS | 28 DÍAS   | TOTAL      |
| Patrón   | 9                  | 9      | 9         | 27         |
| Con adición del 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 9                  | 9      | 9         | 27         |
| Con adición del 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 9                  | 9      | 9         | 27         |
| Con adición del 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 9                  | 9      | 9         | 27         |
| <b>TOTAL DE VIGAS</b>                                  |                    |        |           | <b>108</b> |
| PANEL RECTANGULAR                                      | NÚMERO DE MUESTRAS |        | TOTAL     |            |
| Patrón   | 3                  |        | 3         |            |
| Con adición del 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 3                  |        | 3         |            |
| Con adición del 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 3                  |        | 3         |            |
| Con adición del 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal. | 3                  |        | 3         |            |
| <b>TOTAL DE PANEL RECTANGULAR</b>                      |                    |        | <b>12</b> |            |

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Según Arias <sup>(48)</sup>, indica que la técnica de observación participante para proyectos de investigación con un enfoque cualitativo se debe ver reflejada en formatos de recolección, por ejemplo, libretas de campo.

Por tanto, la técnica a emplear para la recolección será **observación y ficha de recolección de datos** debidamente validados.

<sup>4</sup> Concreto que no contiene algún tipo de adición o aditivo.

De esta manera, se analizará el concreto fibro-reforzado desde un estado fresco hasta un estado endurecido.

### 3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos puede ser un recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar y alcanzar el objetivo de la investigación de Arias <sup>(48)</sup>.

El instrumento con el que se analizarán los datos es EXCEL, que se utilizará para el cálculo de los diseños de mezclas que se realizaran, así como también realizar los gráficos según los resultados obtenidos.

Para el procesamiento de datos, también se usará el programa SPSS versión 21, para el procesamiento estadísticos y la comprobación de las hipótesis planteadas.

### 3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERA DE LOS AGREGADOS (ARENA GRUESA – PIEDRA DE ¾”)

Para el presente proyecto, el proveedor de agregados nos suministró de diferentes canteras como se indica en las pestañas siguientes, donde se realizó.

- ❖ **CANTERA DE MITO** (Ver ubicación en la Figura 21) – ARENA GRUESA, previamente con un secado como muestra la Figura 22.

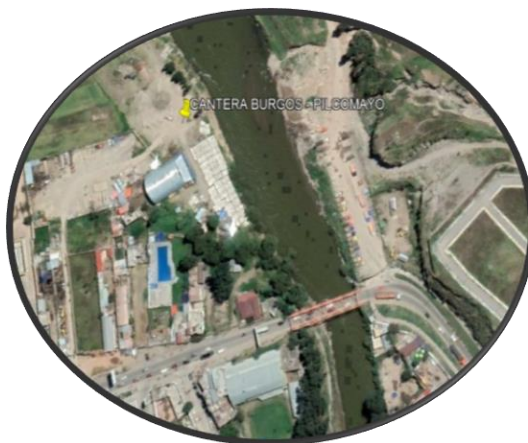


**Figura 21:** Ubicación de la Cantera de Mito. Fuente: Google Earth



**Figura 22:** Secado de la Arena Gruesa. Fuente: Elaboración propia

- ❖ **CANTERA DE BURGOS (PILCOMAYO)** (Ver ubicación en la Figura 23) –  
PIEDRA DE ¾”, previamente con un secado como muestra la Figura 24.



*Figura 23: Ubicación de la Cantera Pilcomayo.  
Fuente: Google Earth*



*Figura 24: Secado de la Piedra de ¾”. Fuente:  
Elaboración propia*

### **3.6 ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS**

Los agregados forman parte del pavimento rígido en un 60% de todo su volumen, esto hace que las propiedades y características de los agregados sean fundamentales para la elaboración de un concreto de buena calidad.

Las propiedades y característica del agregado son fundamentales para obtener un buen diseño de mezcla, generando una buena trabajabilidad del concreto en estado fresco y alta resistencia y durabilidad cuando el concreto se encuentre en estado endurecido.

#### **❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO (NTP 339.185)**

##### EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con susceptibilidad al 0.1% del peso de la muestra.
- Horno industrial con temperatura máxima de 110 °C con una variación de 5 °C.
- Recipientes metálicos como taras o capsulas para que las muestras sean llevadas al horno.

##### MUESTRA

- La muestra tiene que ser representativa en una cantidad de 0.5 Kg para arena gruesa y de 3.0 Kg para piedra de ¾”.

##### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 25)

- Se pesó cada una de las muestras en estado húmedo para realizar cálculos posteriores.

- Secamos las muestras con las cantidades mencionadas de los agregados (Arena Gruesa, Piedra de ¾”) en el horno industrial a una temperatura de 110 °C por al menos 24 horas.
- Sacamos la muestra del horno industrial pasado las 24 horas y pesamos cada muestra seca para calcular el contenido de humedad natural de los agregados (Arena gruesa, piedra de ¾”).



*Figura 25: Ensayo de Contenido de Humedad.  
Fuente: Elaboración propia*

### CÁLCULO

- Para obtener el contenido de humedad de cada muestra se calculó mediante la fórmula mencionada:

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

P = Humedad natural de cada muestra.

W = Masa húmeda inicial de cada agregado.

D = Masa seca inicial de cada agregado.

### ❖ **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL (NTP 400.012)**

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza para agregado fino con una variación de 0.1 gr y para agregados gruesos con una variación de 0.5 gr del peso de la muestra.
- Horno industrial con temperatura máxima de 110 °C con una variación de 5 °C.
- Tamices de varios diámetros como se menciona a continuación:



- Para agregado fino se usan las mallas  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo.
- Para agregados gruesos se usan las mallas 2", 1 1/2", 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo.

### MUESTRA

- La muestra que se tiene que utilizar para el siguiente ensayo se determinó mediante la NTP 400.012, nos señala que la muestra para agregados finos es de 300 gr y para agregados gruesos es de 5 Kg.

### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 26)

- Las muestras se tienen que secar a una temperatura de 110°C como máximo con una variación de 5 °C.
- Seleccionar los tamices y ordenar de forma creciente de una forma adecuada para arena gruesa y piedra de  $\frac{3}{4}$ .
- Realizamos el tamizado por un tiempo aproximado de 1 min a más de forma manual inclinando la base y agitando todos los tamices.
- Pesar el materia retenido en cada tamiz, procesar los valores para obtener la curva granulométrica y comparar si los agregados cumplen con los parámetros que nos indica la norma ACI para el diseño de mezcla.



*Figura 26: Ensayo de Granulometría.  
Fuente: Elaboración propia*

## CÁLCULO

- Calculamos el porcentaje que pasa en cada tamiz en agregados gruesos y finos para finalmente realizar la comparación con los parámetros de granulometría que nos especifica la norma.
- Para calcular el módulo de fineza, se sumó el porcentaje acumulado retenido de los cada uno de los tamices (#100; #50; #30, #16, #8; #4; 3/8"; 3/4"; 1 1/2") y se dividió la suma entre 100.

## ❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)**

### EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con susceptibilidad al 0.1% del peso de la muestra.
- Recipientes metálicos de forma cilíndrica con una capacidad de 0.0028m<sup>3</sup> para el agregado fino (arena gruesa) y 0.0093 m<sup>3</sup> para el agregado grueso (piedra de 3/4"), según el tamaño máximo de cada agregado.
- Varilla de acero liso con un diámetro de 5/8" y con una longitud de 24" y pala o cucharón.

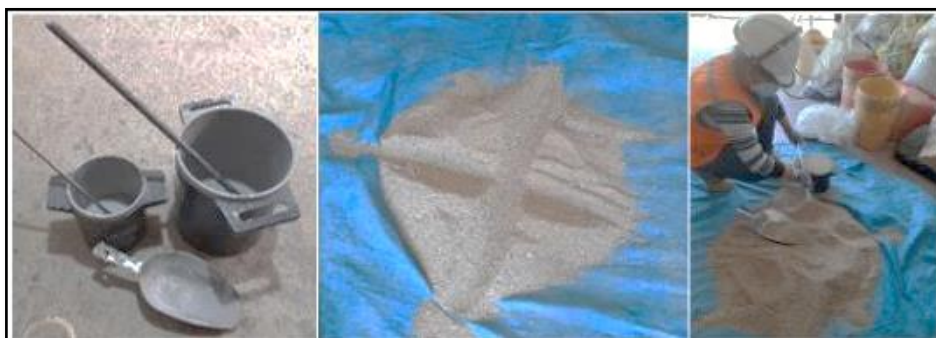
### MUESTRA

- Se debe obtener una muestra seca y limpia con un peso de 25 Kg y reducir la muestra por el método del cuarteo.

### PROCEDIMIENTO

#### PESO UNITARIO SUELTO (Ver Figura 27)

- Una vez cuarteada la muestra llenar al recipiente con una pala desde una altura promedio de 2" hasta que rebose el recipiente con el material, enrasar el material sobrante con la ayuda de la varilla lisa y pesar el recipiente lleno para cálculos posteriores.



*Figura 27: Ensayo PUS.  
Fuente: Elaboración propia*

## PESO UNITARIO COMPACTADO (Ver Figura 28)

- Cuartear la muestra por lo menos dos veces, llenar al recipiente en tres capas apisonando cada capa 25 golpes con la varilla metálica distribuidos uniformemente, enrasar la superficie del agregado con la varilla lisa y registrar los pesos finales para el respectivo cálculo.



*Figura 28: Ensayo PUC.  
Fuente: Elaboración propia*

## CÁLCULO

Para la obtención de densidad de masa por el método de apisonado o peso suelto es la siguiente:

$$M = \frac{(G-T)}{V} \quad \dots 1$$

$$M = (G - T) * F \quad \dots 2$$

M = Valor de densidad de masa (kg/m<sup>3</sup>)

G = Peso del recipiente lleno (Kg)

T = Peso del recipiente vacío (Kg)

V = Volumen de recipiente (m<sup>3</sup>)

F = Factor para el recipiente (1/m<sup>3</sup>)



❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con una susceptibilidad de 0.5 gr del peso de la muestra y con una cabida de 5000 gr como mínimo, sujeta a la balanza tiene que haber un gancho para colgar la cesta de malla que contendrá la muestra en estudio.
- Una cesta de malla de alambre con aberturas iguales o menos al tamiz N° 6.
- Un recipiente lleno de agua, nos permitirá sumergir la cesta de alambre para la obtención de la muestra saturada.
- Tamiz normalizado de 4.75mm (N° 4) y estufa para mantener la muestra a una temperatura de 110 con una variación de 5°C

MUESTRA

- Reducimos la muestra por el método del Cuarteo según nos indica la norma ASTM C 702, Tamizar por el tamiz N°4 (4.75mm) y trabajar con la muestra retenida en una cantidad de 3 Kg para que después sea lavada con la finalidad de remover polvo u otras impurezas.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 29)

- Secar la muestra en una estufa a una temperatura máxima de 110 °C con una variación de 5°C, ventilar a temperatura ambiente la muestra hasta que se haya enfriado por 2 horas y se encuentre a una temperatura aproximada de 50 °C e inmediatamente sumergir en agua por 24 horas.
- Sacar la muestra del agua y hacerla rodar sobre una franela grande para que absorbe el agua visible y pesar la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.
- Colocar la muestra en la cesta de alambre y determinar su peso sumergido en agua a una temperatura de 23 °C.
- Finalmente, llevar al horno la muestra y secar a una temperatura de 110 °C con una variación de 5°C y dejar enfriar por 2 horas hasta que se encuentre a una temperatura cómoda de manipulación y pesar.



*Figura 29: Ensayo Peso Específico.  
Fuente: Elaboración propia*

### CÁLCULO

- Para determinar el peso específico del agregado grueso, se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Dens. Relat. (gravedad específica)(OD)} = A / (B - C)$$

A = Peso de la muestra seca al horno

B = Peso de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire

C = Peso aparente de la muestra de ensayo saturado en agua

- Para determinar la absorción del agregado grueso se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Absorción} = 100 \left( \frac{S - A}{A} \right)$$

S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

### ❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022**

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza con una susceptibilidad al 0.1 gr del peso de la muestra y con capacidad de 1000 gr, equipadas con un gancho para que sostenga la malla de alambre.
- Picnómetro 500cm<sup>3</sup>
- Molde en forma de cono y barra compactadora

## MUESTRA

- Se secó la muestra en una estufa a una temperatura máxima de 110 °C, se sumergió el agregado fino en agua a temperatura ambiente hasta obtener una humedad equivalente a 6% de humedad por 24 horas y secar en una fuente homogéneamente la muestra y seguido a esto realizar la prueba del cono quedando ya lista para la prueba de peso específico.

## PROCEDIMIENTO (Ver Figura 30)

- Llenar el picnómetro con agua, echar 500 gr de la muestra saturada seca superficialmente y llenar agua hasta el 90% de la capacidad del picnómetro.
- Agitar el picnómetro para eliminar las burbujas de aire que se encuentra en un tiempo de 15 min.
- Pasado los 15 minutos la temperatura del picnómetro con su contenido tendría que estar a 23°C, pesar el picnómetro junto al espécimen y agua.
- Se retiró el agregado fino de picnómetro y se llevó a secar al horno a una temperatura de 110 °C con una variación de 5°C y se determinó la masa del picnómetro con agua para cálculos posteriores.



**Figura 30:** Ensayo de Peso Específico y Absorción de Ag. Fino.

Fuente: Elaboración propia

## CÁLCULO

- Para determinar el peso específico del agregado fino se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Dens. Relat. (gravedad específica)(OD)} = A / (B + S - C)$$

A = Peso de la muestra seca al horno

B = Peso del picnómetro lleno con agua

C = Peso del picnómetro lleno de la muestra más agua

S = Peso de la muestra de saturado superficialmente seca

- Para determinar la absorción del agregado fino se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Absorción} = 100 \left( \frac{S - A}{A} \right)$$

S= Peso de la muestra saturada superficialmente seca

### **3.7 DISEÑO DE MEZCLA**

#### **MÉTODO: MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

Es el diseño que determina las proporciones de componentes a través del módulo de fineza de los agregados, los que son diseñadas para una unidad cúbica de concreto.

Para poder iniciar con el diseño de mezcla se necesita considerar los siguientes parámetros de los ensayos de caracterización de los componentes.

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario del agregado grueso
- Peso específico, módulo de finura, porcentaje de absorción y humedad de los agregados
- Tipo de cemento
- Peso específico del cemento
- Valor de la resistencia y la relación agua/cemento

Según Abanto <sup>(49 pp. 62-79)</sup> para diseñar por el módulo de fineza se siguen los siguientes pasos:

#### **3.7.1. Diseño de mezcla patrón**

**1º. Selección de la resistencia promedio**, es necesario garantizar un  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, por el uso en pavimento que se dará al concreto, ubicando en la Tabla 20, se considera un factor de seguridad de 84, llegando así a un  $f'cr = 364$  kg/cm<sup>2</sup> para continuar con el diseño de mezcla del concreto.

Tabla 20: Selección de la resistencia

| f'c Especificado (kg/cm <sup>2</sup> ) | Factor de seguridad | f'cr     |
|--|---------------------|----------|
| f'cr < 210                             | 70                  | f'c + 70 |
| 210 < f'cr < 350                       | 84                  | f'c + 84 |
| f'cr > 350                             | 98                  | f'c + 98 |

Nota: Tomado de Rivva (50 pág. 57)

2°. **Elección del asentamiento**, el valor es enfocado según la importancia de la resistencia (Ver Tabla 21), así como también se requiere para una buena trabajabilidad, en el presente caso se considera un slump de 3” – 4”, optimizando el cumplimiento de asentamiento según el uso y la buena trabajabilidad.

Tabla 21: Asentamiento según el tipo de construcción

| Construcción de Concreto                                | Revenimiento mm (pulg.) |        |
|---|-------------------------|--------|
|   | Máximo*                 | Mínimo |
| Zapatas y muros de cimentación reforzado                | 75 (3)                  | 25 (1) |
| Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo | 75 (3)                  | 25 (1) |
| Vigas y muros reforzados                                | 100 (4)                 | 25 (1) |
| Columnas de edificios                                   | 100 (4)                 | 25 (1) |
| Pavimentos y losas                                      | 75 (3)                  | 25 (1) |
| Concreto masivo   | 75 (3)                  | 25 (1) |

Nota: Tomado de Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi (51)

3°. **Estimación del agua de mezclado**, el valor de la cantidad de agua dependerá de los parámetros que brinda la Tabla 22.

Tabla 22: Requerimientos aproximados de agua, dependiendo del TMN (tamaño máximo nominal) del agregado.

| SLUMP (pulg.) | D <sub>n</sub> max (pulg.) |     |     |     |       |     |     |     |                         |
|---------------|----------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------------------------|
|               | 3/8                        | 1/2 | 3/4 | 1   | 1 1/2 | 2   | 3   | 6   |                         |
| 1 2           | 205                        | 200 | 185 | 180 | 160   | 155 | 145 | 125 | SIN AIRE<br>INCORPORADO |
| 3 4           | 225                        | 215 | 200 | 195 | 175   | 170 | 160 | 140 |                         |
| 6 7           | 240                        | 230 | 210 | 205 | 185   | 180 | 170 | 0   |                         |
| 1 2           | 180                        | 175 | 165 | 160 | 145   | 140 | 135 | 120 | CON AIRE<br>INCORPORADO |
| 3 4           | 200                        | 190 | 180 | 175 | 160   | 155 | 150 | 135 |                         |
| 6 7           | 215                        | 205 | 190 | 185 | 170   | 165 | 160 | 0   |                         |

Nota: Tomado de Niño (52)

Para un slump de 3-4” con una piedra cuyo tamaño máximo nominal es ¾”, el volumen del agua es de 200 litros.

4°. **Determinación de relación agua/cemento**, se ubica en función a la resistencia promedio y con o sin incorporación de aire, como muestra la Tabla 23.

Tabla 23: Relación a/c vs. Resistencia a compresión.

| f'cr | AIRE INCORPORADO |      |
|------|------------------|------|
|      | SIN              | CON  |
| 450  | 0.38             | -    |
| 400  | 0.43             | -    |
| 350  | 0.48             | 0.40 |
| 300  | 0.55             | 0.46 |
| 250  | 0.62             | 0.53 |
| 200  | 0.70             | 0.60 |
| 150  | 0.80             | 0.71 |

$$\begin{aligned}
 400 & \longrightarrow 0.43 \\
 364 & \longrightarrow x \\
 350 & \longrightarrow 0.48 \\
 x & = 0.466 = 0.47
 \end{aligned}$$

Nota: Tomado de Niño <sup>(52)</sup>

### 5º. Factor de la cantidad de cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left( \frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado}}{\text{Relación } \frac{a}{c}}$$

$$\text{Contenido de cemento} \left( \frac{kg}{m^3} \right) = \frac{200 \text{ l}}{0.47}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 425.53 = 426 \text{ kg/m}^3$$

Para bolsas de Cemento Andino Tipo I, la cantidad por bolsa es 42.5kg, dando así:

$$\text{Cantidad de bolsas de cemento} = 425353/42.5 = 10.01 = 10 \text{ bolsas.}$$

### 6º. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020) = 0.645m^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{mg - m}{mg - mf} \times 100$$

$mg$  = Módulo de fineza del agregado grueso.

$m$  = Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

$mf$  = Módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 24: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

| TMN DEL AGREGADO GRUESO | MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS QUE DA LAS MEJORES CONDICIONES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN M3 INDICADOS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                         | 6   | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| 3/8"                    | 3.96  | 4.04 | 4.11 | 4.19 | 4.27 | 4.57 | 4.65 | 4.73 | 4.80 | 4.88 |
| 1/2"                    | 4.46  | 4.54 | 4.61 | 4.69 | 4.77 | 5.07 | 5.15 | 5.23 | 5.30 | 5.38 |
| 3/4"                    | 4.96  | 5.04 | 5.11 | 5.19 | 5.27 | 5.57 | 5.65 | 5.73 | 5.80 | 5.88 |
| 1"                      | 5.26  | 5.34 | 5.41 | 5.49 | 5.57 | 5.87 | 5.95 | 6.03 | 6.10 | 6.18 |
| 1 1/2"                  | 5.56  | 5.64 | 4.71 | 5.79 | 5.87 | 6.17 | 6.25 | 6.33 | 6.40 | 6.48 |
| 2"                      | 5.86  | 5.94 | 6.01 | 6.09 | 6.17 | 6.47 | 6.55 | 6.63 | 6.70 | 6.78 |
| 3"                      | 6.16  | 6.24 | 6.31 | 6.39 | 6.47 | 6.77 | 6.85 | 6.93 | 7.00 | 7.08 |

Nota: Tomado del Comité ACI 211

Reemplazando valores:

$$\%Ar = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\%Pd = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

#### 7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$Vol. Arena = (Vol. Pd + Ar) * \%Ar = 0.645 * 46.74\% = 0.301 m^3$$

$$Vol. Piedra = (Vol. Pd + Ar) * \%Pd = 0.645 * 53.26\% = 0.344 m^3$$

#### 8°. Peso seco de piedra y arena

$$Vol = \frac{Peso\ seco}{P. específico}$$

$$0.301 = \frac{Peso\ seco. Arena}{2560}$$

$$0.344 = \frac{Peso\ seco. Piedra}{2630}$$

$$Peso\ seco. Arena = 771 kg/m^3$$

$$Peso\ seco. Piedra = 905 kg/m^3$$

#### 9°. Corrección por humedad y absorción

##### ❖ Corrección del agua

$$Ag. grueso = Pd. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 905 \left( \frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.90$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 771 \left( \frac{1 - 1.58}{100} \right) = -4.47$$

$$\underline{\underline{-7.37 l}}$$

##### ❖ Corrección de agregados

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 905(1 + 0.522/100) = 909.71 = 910 kg$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 771(1 + 1/100) = 778.71 = 779 kg$$

**10°. Valores de diseño**, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 25, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño patrón.

*Tabla 25: Valores del diseño final.  
Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | P.ESP<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | HUM<br>% | ABS % | PESO SECO<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | VOL.<br>(m <sup>3</sup> ) | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD (kg) |
|-------------------------|-------------------------------|----------|-------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 3150                          | -        | -     | 426                               | 0.13524                   | 426                            |
| Agua                    | 1000                          | -        | -     | 200                               | 0.2                       | 207                            |
| Arena                   | 2560                          | 1        | 1.58  | 771                               | 0.301                     | 779                            |
| Piedra 3/4"             | 2630                          | 0.522    | 0.84  | 905                               | 0.344                     | 910                            |
| FIBRA WIRAND FF3        | 7860                          | -        | -     | 0                                 | 0                         | 0                              |
| Aire %                  | -                             | -        | -     | 0.02                              | 0.02                      | -                              |

**11°. Reducción Unitaria**, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 26), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

*Tabla 26: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño patrón  
Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO | PESO R.U<br>(kg) |
|-------------------------|------|------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 426  | 1                |
| Agua                    | 207  | 0.486            |
| Arena                   | 779  | 1.829            |
| Piedra 3/4"             | 910  | 2.136            |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0    | 0                |
| AIRE %                  | -    | -                |
| <b>TOTAL</b>            |      | <b>5.451</b>     |

**12°. Cálculo de cantidades de componentes para briquetas**, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 27.

*Tabla 27: Cantidad de componentes para briquetas.  
Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | BRIQUETA    |
|-------------------------|------------------|-------------|
| Cemento Portland Tipo I | 1                | 0.55        |
| Agua                    | 0.486            | 0.27        |
| Arena                   | 1.829            | 1.01        |
| Piedra 3/4"             | 2.136            | 1.18        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0                | 0           |
| AIRE %                  | -                | -           |
| <b>TOTAL</b>            |                  | <b>3.01</b> |



**13°. Cálculo de cantidades para vigas**, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 28.

*Tabla 28: Cantidad de componentes para vigas.  
Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | VIGA         |
|-------------------------|------------------|--------------|
| Cemento Portland Tipo I | 1                | 6.42         |
| Agua                    | 0.486            | 3.12         |
| Arena                   | 1.829            | 11.74        |
| Piedra 3/4"             | 2.136            | 13.71        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0                | 0            |
| AIRE %                  | -                | -            |
| <b>TOTAL</b>            |                  | <b>34.99</b> |

### 3.7.2. Diseño de mezcla con adición de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra

El procedimiento es el mismo hasta la estimación del porcentaje de agregado fino y grueso, ahora se considerará la dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal, para ello es necesario la determinación del peso específico de la fibra de metal, que se determinará de acuerdo a los datos de la hoja técnica de la fibra de metal WIRAND FF3 (Ver ANEXO 3).

$$n^{\circ}/kg = \frac{4000000}{L \cdot D_e^2 \cdot \pi \cdot \gamma}$$

$$5767 = \frac{4000000}{50 \cdot 0.75^2 \cdot \pi \cdot \gamma}$$

Donde:

$$\gamma = 7.86 \text{ kg/m}^3$$

L=Longitud de la fibra (mm)

De= Diámetro de la fibra (mm)

$\gamma$  = Peso específico (kg/m<sup>3</sup>)

### 6°. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Fibra} = 20/7860 = 0.003$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020 + 0.003) = 0.642\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100$$

$m_g$  = Módulo de fineza del agregado grueso.

$m$  = Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

$mf = \text{Módulo de fineza del agregado fino.}$

Reemplazando valores:

$$\%Ar = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\%Pd = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

### 7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$Vol. Arena = (Vol. Pd + Ar) * \%Ar = 0.642 * 46.74\% = 0.300 \text{ m}^3$$

$$Vol. Piedra = (Vol. Pd + Ar) * \%Pd = 0.642 * 53.26\% = 0.342 \text{ m}^3$$

### 8°. Peso seco de piedra y arena

$$Vol = \frac{\text{Peso seco}}{P. \text{específico}}$$

$$0.300 = \frac{\text{Peso seco. Arena}}{2560}$$

$$0.342 = \frac{\text{Peso seco. Piedra}}{2630}$$

$$\text{Peso seco. Arena} = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco. Piedra} = 899 \text{ kg/m}^3$$

### 9°. Corrección por humedad y absorción

#### ❖ Corrección del agua

$$Ag. grueso = Pd. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 899 \left( \frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.86$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 768 \left( \frac{1 - 1.58}{100} \right) = -4.45$$


---


$$-7.31 \text{ l}$$

#### ❖ Corrección de agregados

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 899(1 + 0.522/100) = 903.69 = 904 \text{ kg}$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 768(1 + 1/100) = 775.68 = 776 \text{ kg}$$

10°. Valores de diseño, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 29, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.

Tabla 29: Valores del diseño final.

Fuente: Elaboración propia

| MATERIALES              | P.ESP<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | HUM<br>% | ABS % | PESO SECO<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | VOL.<br>(m <sup>3</sup> ) | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD (kg) |
|-------------------------|-------------------------------|----------|-------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 3150                          | -        | -     | 426                               | 0.135                     | 426                            |
| Agua                    | 1000                          | -        | -     | 200                               | 0.200                     | 207                            |
| Arena                   | 2560                          | 1        | 1.58  | 768                               | 0.300                     | 776                            |
| Piedra 3/4"             | 2630                          | 0.522    | 0.84  | 899                               | 0.342                     | 904                            |
| FIBRA WIRAND FF3        | 7860                          | -        | -     | 20                                | 0.003                     | 20                             |
| Aire %                  | -                             | -        | -     | 2.00%                             | 0.020                     | -                              |

**11° Reducción Unitaria**, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 30), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

*Tabla 30: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO | PESO R.U<br>(kg) |
|-------------------------|------|------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 426  | 1                |
| Agua                    | 207  | 0.486            |
| Arena                   | 776  | 1.822            |
| Piedra 3/4"             | 904  | 2.122            |
| FIBRA WIRAND FF3        | 20   | 0.047            |
| AIRE %                  | -    | -                |
| <b>TOTAL</b>            |      | <b>5.477</b>     |

**12°. Cálculo de cantidades de componentes para briquetas**, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 31.

$$Relación = \frac{3}{5.477} = 0.55$$

*Tabla 31: Cantidad de componentes para briquetas.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | BRIQUETA    |
|-------------------------|------------------|-------------|
| Cemento Portland Tipo I | 1.000            | 0.55        |
| Agua                    | 0.486            | 0.27        |
| Arena                   | 1.822            | 1.00        |
| Piedra 3/4"             | 2.122            | 1.17        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.047            | 0.03        |
| AIRE %                  | -                | -           |
| <b>TOTAL</b>            |                  | <b>3.01</b> |

**13°. Cálculo de cantidades para vigas**, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 32.

$$Relación = \frac{35}{5.477} = 6.39$$

*Tabla 32: Cantidad de componentes para vigas.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | VIGA  |
|-------------------------|------------------|-------|
| Cemento Portland Tipo I | 1.000            | 6.39  |
| Agua                    | 0.486            | 3.105 |
| Arena                   | 1.822            | 11.64 |

|                  |       |              |
|------------------|-------|--------------|
| Piedra 3/4"      | 2.122 | 13.56        |
| FIBRA WIRAND FF3 | 0.047 | 0.3          |
| AIRE %           | -     | -            |
| <b>TOTAL</b>     |       | <b>35.00</b> |

### 3.7.3. Diseño de mezcla con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra

El procedimiento es el mismo hasta la estimación del porcentaje de agregado fino y grueso, ahora se considerará la dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.

#### 6°. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Fibra} = 25/7860 = 0.003$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020 + 0.003) = 0.642\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{mg - m}{mg - mf} \times 100$$

$mg$  = Módulo de fineza del agregado grueso.

$m$  = Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

$mf$  = Módulo de fineza del agregado fino.

Reemplazando valores:

$$\% \text{Ar} = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\% \text{Pd} = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

#### 7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$\text{Vol. Arena} = (\text{Vol. Pd} + \text{Ar}) * \% \text{Ar} = 0.642 * 46.74\% = 0.300 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Piedra} = (\text{Vol. Pd} + \text{Ar}) * \% \text{Pd} = 0.642 * 53.26\% = 0.342 \text{ m}^3$$

#### 8°. Peso seco de piedra y arena

$$\text{Vol} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{P. específico}}$$

$$0.300 = \frac{\text{Peso seco. Arena}}{2560}$$

$$0.342 = \frac{\text{Peso seco. Piedra}}{2630}$$

$$\text{Peso seco. Arena} = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco. Piedra} = 899 \text{ kg/m}^3$$

#### 9°. Corrección por humedad y absorción

❖ Corrección del agua

$$\text{Ag. grueso} = \text{Pd. seco} \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 899 \left( \frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.86$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 768 \left( \frac{1 - 1.58}{100} \right) = \frac{-4.45}{-7.31 l}$$

❖ **Corrección de agregados**

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 899(1 + 0.522/100) = 903.69=904 \text{ kg}$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 768(1 + 1/100) = 775.68 = 776 \text{ kg}$$

10°. **Valores de diseño**, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 33, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño con adición de 20kg/m<sup>3</sup>.

*Tabla 33: Valores del diseño final.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | P.ESP<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | HUM<br>% | ABS % | PESO SECO<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | VOL.<br>(m <sup>3</sup> ) | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD (kg) |
|-------------------------|-------------------------------|----------|-------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 3150                          | -        | -     | 426                               | 0.135                     | 426                            |
| Agua                    | 1000                          | -        | -     | 200                               | 0.200                     | 207                            |
| Arena                   | 2560                          | 1        | 1.58  | 768                               | 0.300                     | 776                            |
| Piedra 3/4"             | 2630                          | 0.522    | 0.84  | 899                               | 0.342                     | 904                            |
| FIBRA WIRAND FF3        | 7860                          | -        | -     | 25                                | 0.003                     | 25                             |
| Aire %                  | -                             | -        | -     | 2.00%                             | 0.020                     | -                              |

11° **Reducción Unitaria**, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 34), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

*Tabla 34: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO | PESO R.U<br>(kg) |
|-------------------------|------|------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 426  | 1                |
| Agua                    | 207  | 0.486            |
| Arena                   | 776  | 1.822            |
| Piedra 3/4"             | 904  | 2.122            |
| FIBRA WIRAND FF3        | 25   | 0.059            |
| AIRE %                  | -    | -                |
| <b>TOTAL</b>            |      | <b>5.488</b>     |

12°. **Cálculo de cantidades de componentes para briquetas**, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 35.

$$\text{Relación} = \frac{3}{5.489} = 0.55$$

*Tabla 35: Cantidad de componentes para briquetas.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | BRIQUETA    |
|-------------------------|------------------|-------------|
| Cemento Portland Tipo I | 1.000            | 0.55        |
| Agua                    | 0.486            | 0.27        |
| Arena                   | 1.822            | 1.00        |
| Piedra 3/4"             | 2.122            | 1.17        |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.059            | 0.03        |
| AIRE %                  | -                | -           |
| <b>TOTAL</b>            |                  | <b>3.02</b> |

**13°. Cálculo de cantidades para vigas**, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 36.

$$\text{Relación} = \frac{35}{5.489} = 6.38$$

*Tabla 36: Cantidad de componentes para vigas.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | VIGA         |
|-------------------------|------------------|--------------|
| Cemento Portland Tipo I | 1.000            | 6.380        |
| Agua                    | 0.486            | 3.100        |
| Arena                   | 1.822            | 11.622       |
| Piedra 3/4"             | 2.122            | 13.539       |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.059            | 0.374        |
| AIRE %                  | -                | -            |
| <b>TOTAL</b>            |                  | <b>35.02</b> |

#### 3.7.4. Diseño de mezcla con adición de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra

El procedimiento es el mismo hasta la estimación del porcentaje de agregado fino y grueso, ahora se considerará la dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.

#### 6°. Estimación del porcentaje de agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Cemento} = 426/3150 = 0.13524$$

$$\text{Vol. Agua} = 200/1000 = 0.20000$$

$$\text{Vol. Aire} = 2/100 = 0.020$$

$$\text{Vol. Fibra} = 30/7860 = 0.004$$

$$\text{Vol. Pr} + \text{Ar} = 1 - (0.13524 + 0.20000 + 0.020 + 0.004) = 0.641\text{m}^3$$

$$\% \text{Ag. fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100$$

$mg =$  Módulo de fineza del agregado grueso.

$m =$  Módulo de fineza de la combinación (Tabla 24)

$mf =$  Módulo de fineza del agregado fino.

Reemplazando valores:

$$\%Ar = \frac{7.35 - 5.27}{7.35 - 2.9} \times 100 = 46.74\%$$

$$\%Pd = 100 - 46.74 = 53.26\%$$

### 7°. Volúmenes absolutos de piedra y arena

$$Vol. Arena = (Vol. Pd + Ar) * \%Ar = 0.641 * 46.74\% = 0.300 \text{ m}^3$$

$$Vol. Piedra = (Vol. Pd + Ar) * \%Pd = 0.641 * 53.26\% = 0.341 \text{ m}^3$$

### 8°. Peso seco de piedra y arena

$$Vol = \frac{\text{Peso seco}}{P. específico}$$

$$0.300 = \frac{\text{Peso seco. Arena}}{2560}$$

$$0.341 = \frac{\text{Peso seco. Piedra}}{2630}$$

$$\text{Peso seco. Arena} = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco. Piedra} = 897 \text{ kg/m}^3$$

### 9°. Corrección por humedad y absorción

#### ❖ Corrección del agua

$$Ag. grueso = Pd. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 897 \left( \frac{0.522 - 0.84}{100} \right) = -2.85$$

$$Ag. fino = Ar. seco \left( \frac{w - Ab}{100} \right) = 768 \left( \frac{1 - 1.58}{100} \right) = -4.45$$

$$\underline{\underline{-7.30 \text{ l}}}$$

#### ❖ Corrección de agregados

$$Piedra = Pd. seco(1 + w/100) = 897(1 + 0.522/100) = 901.68 = 902 \text{ kg}$$

$$Arena = Ar. seco(1 + w/100) = 768(1 + 1/100) = 775.68 = 776 \text{ kg}$$

10°. Valores de diseño, después de los procedimientos de cálculo se llega a la Tabla 37, que indica las cantidades últimas correspondientes para el diseño patrón.

Tabla 37: Valores del diseño final.

Fuente: Elaboración propia

| MATERIALES              | P.ESP<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | HUM<br>% | ABS % | PESO SECO<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | VOL.<br>(m <sup>3</sup> ) | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD (kg) |
|-------------------------|-------------------------------|----------|-------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 3150                          | -        | -     | 426                               | 0.135                     | 426                            |
| Agua                    | 1000                          | -        | -     | 200                               | 0.200                     | 207                            |
| Arena                   | 2560                          | 1        | 1.58  | 768                               | 0.300                     | 776                            |
| Piedra 3/4"             | 2630                          | 0.522    | 0.84  | 897                               | 0.341                     | 902                            |

|                         |      |   |   |       |       |    |
|-------------------------|------|---|---|-------|-------|----|
| <b>FIBRA WIRAND FF3</b> | 7860 | - | - | 30    | 0.004 | 30 |
| <b>Aire %</b>           | -    | - | - | 2.00% | 0.020 | -  |

**11° Reducción Unitaria**, se realiza para reducir la dosificación en base a 1kg de cemento (Ver Tabla 38), para poder llevarlo a equivalencias según la cantidad que necesitamos.

*Tabla 38: Reducción Unitaria de los componentes para el diseño con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.  
Fuente: Elaboración propia*

| <b>MATERIALES</b>              | <b>PESO</b> | <b>PESO R.U<br/>(kg)</b> |
|--------------------------------|-------------|--------------------------|
| <b>Cemento Portland Tipo I</b> | 426         | 1                        |
| <b>Agua</b>                    | 207         | 0.486                    |
| <b>Arena</b>                   | 776         | 1.822                    |
| <b>Piedra 3/4"</b>             | 902         | 2.117                    |
| <b>FIBRA WIRAND FF3</b>        | 30          | 0.070                    |
| <b>AIRE %</b>                  | -           | -                        |
| <b>TOTAL</b>                   |             | <b>5.495</b>             |

**12°. Cálculo de cantidades de componentes para briquetas**, las briquetas que se utilizaron fueron de 4"x8" aproximadamente que ocupa 3kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 39.

$$\text{Relación} = \frac{3}{5.495} = 0.55$$

*Tabla 39: Cantidad de componentes para briquetas.  
Fuente: Elaboración propia*

| <b>MATERIALES</b>              | <b>PESO R.U<br/>(kg)</b> | <b>BRIQUETA</b> |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|
| <b>Cemento Portland Tipo I</b> | 1.000                    | 0.55            |
| <b>Agua</b>                    | 0.486                    | 0.27            |
| <b>Arena</b>                   | 1.822                    | 1.00            |
| <b>Piedra 3/4"</b>             | 2.117                    | 1.16            |
| <b>FIBRA WIRAND FF3</b>        | 0.070                    | 0.04            |
| <b>AIRE %</b>                  | -                        | -               |
| <b>TOTAL</b>                   |                          | <b>3.02</b>     |

**13°. Cálculo de cantidades para vigas**, las vigas que se utilizaron fueron de 50x15x15 cm aproximadamente que ocupa 35kg de concreto, consiguiendo una dosificación que se observa en la Tabla 40.



$$\text{Relación} = \frac{35}{5.495} = 6.37$$

*Tabla 40: Cantidad de componentes para vigas.*

*Fuente: Elaboración propia*

| MATERIALES              | PESO R.U<br>(kg) | VIGA         |
|-------------------------|------------------|--------------|
| Cemento Portland Tipo I | 1.000            | 6.370        |
| Agua                    | 0.486            | 3.095        |
| Arena                   | 1.822            | 11.604       |
| Piedra 3/4"             | 2.117            | 13.488       |
| FIBRA WIRAND FF3        | 0.070            | 0.449        |
| AIRE %                  | -                | -            |
| <b>TOTAL</b>            | <b>5.495</b>     | <b>35.01</b> |

### 3.8 ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

#### ❖ NORMA PARA LA TOMA DE MUESTRA DE CONCRETO FRESCO – (NTP 339.036)

##### EQUIPOS Y MATERIALES

- Para la toma de muestra del concreto fresco, se utilizó mezcladora, tamices de todos los tamaños, cucharones, planchas de enrase, fuentes para la selección de muestra y martillo de goma.

##### MUESTRA

- Para obtener una muestra de concreto con una buena calidad, tiene que ser de manera rápida y directa.

##### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 31)

- Para la toma de muestras, la mezcladora tiene que estar relativamente húmeda junto a los demás materiales para la elaboración de un buen concreto, después de establecer y cumplir el protocolo de vaciado se recibe la mezcla en una carretilla para los ensayos posteriores que se pueden realizar.
- Remezclar para que la muestra sea pareja para luego iniciar con los ensayos de asentamiento, contenido de aire en un tiempo máximo de 5 min. Y finalmente realizar el llenado del concreto en los moldes para realizar el ensayo de resistencia a la compresión y flexión es un tiempo máximo de 15 min.



**Figura 31:** Toma de muestra del concreto.

Fuente: Elaboración propia

❖ **PRÁCTICA NORMALIZADA PARA LA ELABORACION Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO EN CAMPO (NTP 339.033)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Para el siguiente ensayo, se necesitó moldes cilíndricos de acero de diferentes tamaños que cumplan con la NTP 339.209, estos tienen que ser no absorbentes y que no reaccione con el concreto de Cemento Portland.
- Vigas y moldes prismáticos, estos son de forma rectangular y de dimensiones requeridas de 15 cm de altura por 53 cm de largo y de ancho 15 cm.
- Varilla compactadora lisa de 5/8”, longitud aproximada de 24” y con punta redondeada semiesférica y comba de goma.
- Cono de Abrams para medir el asentamiento, recipientes para sacar la muestra y mezcla de concreto.
- Termómetro, debe cumplir los especificado en la norma ASTM C 1064
- Insumos (agregados, cemento y agua)

MUESTRA

- Generalmente vienen a ser la cantidad de moldes de probetas o también las muestras prismáticas, ya que depende a las edades que se quiere roturas cada

una de estas como a los 3, 7 y 28 días para compresión y edades como a los 7 y 28 días para flexión.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 32)

- Mezclar con máquina todos los insumos del concreto según el protocolo de mezcla ya encontrado en campo (4 min)
- Una vez mezclada todos los insumos vaciar la mezcla a las bandejas de recepción y elaborar cada uno de las muestras.
- Vaciar en tres capas en cada uno de los moldes cilíndricos el concreto fresco y con la ayuda de la varilla chucear 25 veces en todo el alrededor del molde. Mientras que para los moldes rectangulares se echa el concreto en tres capas y se chucea cada capa 55 veces.



**Figura 32:** Elaboración y Curado de especímenes.  
Fuente: Elaboración propia

## ❖ **ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) (NTP 339.035)**

### EQUIPOS Y MATERIALES

- Plancha metálica y molde metálico en forma de cono (CONO DE ABRAMS) con
- un diámetro de 4" en la parte superior, un diámetro de 8" una altura de 12" en la parte inferior y con un espesor de 1.5mm, cada uno de estos valores establecidos pueden tener una variación de 1/8". El cono tiene que estar con piezas de soporte y agarraderas para obtener un buen asentamiento del concreto (SLUMP).
- Varilla compactadora lisa de 5/8", longitud aproximada de 24" y con punta redondeada semiesférica.
- Cucharones, flexómetro y caretilla.

### MUESTRA

- Para el ensayo de asentamiento la muestra fue la más representativa de los 4 diseños de mezcla.

### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 33)

- Se humedece el molde antes de iniciar la muestra, colocar la plancha metálica sobre una superficie plana y encima de ella colocar el cono.
- Pisar a los extremos para que la mezcla no filtre por la parte inferior del cono, echar el concreto con la ayuda del cucharón dentro del cono en tres capas y cada capa tiene que ser compactada 25 veces para eliminar el aire incorporado dentro del concreto.
- Una vez llena, enrazar y levantar con mucho cuidado el cono en forma vertical. Invertir el cono y colocar la varilla de metal encima del cono para poder medir el slump del concreto en pulgadas.
- Para medir el slump correcto se utiliza el flexómetro y de la parte más profunda de la parte superior del concreto se mide hasta la varilla de acero que se encuentra colocado encima del molde.
- La elaboración de todo el ensayo desde el llenado, enraizado y medida del slump tiene que ser sin interrupciones y en un tiempo aproximado de 2 min como máximo.



**Figura 33:** Ensayo de Asentamiento.

*Fuente: Elaboración propia*

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DEL AIRE DE MEZCLA DE HORMIGÓN (NTP 339.083, MTC E 706, ASTM C 231, AASHTO T152)**

EQUIPOS Y MATERIALES

- Medidor de aire (OLLA DE WASHINGTON), vaso de calibración, varilla lisa de apisonado o compactado de 5/8” de diámetro y 12” de largo, comba de goma, barra enrasadora y comba de goma.

MUESTRA

- La muestra para el ensayo de contenido de aire debe ser la más representativa del concreto fresco.

PROCEDIMIENTO (Ver Figura 34)





**Figura 34:** Ensayo de Contenido de Aire.

*Fuente: Elaboración propia*

- Colocar el concreto de forma directa en la olla de Washington en 3 capas siendo cada capa compactada con la varilla 25 veces distribuidos uniformemente sobre la sección y golpear a los costados 20 veces para la eliminación de aire.
- Enrasar, limpiar los bordes de la olla y tapar. Una vez tapada incorporar agua por el pitón de la tapa de la olla de Washington.
- Bombear aire hasta que la flecha del manómetro se encuentra en la misma ubicación con la línea de presión inicial, se golpea vigorosamente alrededor del recipiente y se lee el porcentaje de aire en el manómetro para los cálculos respectivos.

### CÁLCULO

- Para el cálculo del siguiente ensayo, se considerará los siguientes factores:

$$A = Ar - C + W$$

Donde:

A = Contenido de aire (%)

Ar = Lectura final del medidor (%)

C = Factor de corrección (tabla)

W = Agua añadida

- ❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082)**

## EQUIPOS Y MATERIALES

- Contenedor para especímenes de mortero, son moldes rígidos, impermeables, de secciones rectangulares o circulares con alturas o dimensiones laterales de 1590mm.
- Agujas de penetración, estos se pueden ajustar al aparato de carga, originando un área de contacto de  $645 \text{ mm}^2$ ,  $323 \text{ mm}^2$ ,  $65 \text{ mm}^2$ ,  $32 \text{ mm}^2$ ,  $16 \text{ mm}^2$ .
- Penetrómetro, este dispositivo mide la fuerza con la que la aguja puede penetrar al concreto fraguado con una exactitud de 10 N y con una capacidad de carga de 600N.
- Varilla compactadora lisa de 5/8", longitud aproximada de 24" y con punta redondeada semiesférica.
- Pipeta, es un material que sirve para la extracción del agua que puede presentarse en el mortero al momento del fraguado.
- Termómetro, mide la temperatura del mortero fresco con una aproximación de  $0.5^\circ\text{C}$ , estos termómetros tienen que medir temperaturas en un rango de  $-20^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$ .

## MUESTRA

- Para este ensayo se tubo presente como muestra un espécimen de cada diseño de mezcla (diseño patrón, diseño con fibra a  $20 \text{ kg/m}^3$ ,  $25 \text{ kg/m}^3$ ,  $30 \text{ kg/m}^3$ )

## PROCEDIMIENTO (Ver Figura 35)

- Acondicionamiento, el ensayo se debe realizar en un ambiente que tenga una temperatura de  $20^\circ\text{C}$  a  $25^\circ\text{C}$ , medir y registrar la temperatura ambiente al inicio y al final para prevenir la excesiva evaporación de la humedad.
- Después de vaciar el mortero en tres capas y cada capa compactada 25 veces se procede a enrasar el concreto sobrante en la superficie para finalmente ser tapado con una placa de vidrio hasta el momento que llegue a fraguar el mortero.
- Una vez fraguado o pasado 3 horas se elimina el agua del mortero que se encuentra en la superficie colocando el molde  $10^\circ$  con respecto a la horizontal y con la ayuda de la pipeta eliminar el agua acumulada.
- Colocamos el molde en un área plana para aplicar la fuerza necesaria con el penetrómetro puesto la aguja de  $645 \text{ mm}^2$ , aplicar la fuerza vertical hacia abajo

por 10 segundos, penetrando al mortero una profundidad de 25 mm y anotar el valor que marca el penetrómetro para los cálculos respectivos. Así calculamos con cada una de las agujas pasado 30 min de la aplicación de la primera aguja y teniendo en cuenta que la distancia de aplicación de cada aguja tiene que ser de 25mm.



*Figura 35: Ensayo de Tiempo de Fragua.  
Fuente: Elaboración propia*

### CÁLCULO

- Realizamos una gráfica con los datos obtenidos del ensayo de penetración del hormigón con cada una de las agujas a un determinado tiempo.
- El resultado que se obtuvo fue una gráfica de resistencia a la penetración en las ordenadas versus el tiempo transcurrido en minutos en las abscisas.

### ❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184)**

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Fuentes para sacar concreto fresco.
- Termómetro para medir la temperatura del Concreto.

#### MUESTRA

- Concreto fresco

#### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 36)

- Obtener una muestra de concreto fresco.



- Colocar el termómetro y sumergir el termómetro por lo menos 3” hasta que el termómetro indique una lectura constante del concreto.
- Tomar la lectura después de un tiempo mínimo de 2 minutos.



*Figura 36: Ensayo de Temperatura.*

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.9 ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO**

#### **❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)**

##### EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de rotura a compresión, la maquina tiene que estar calibrada para que los resultados sean exactos según la norma ASTM E 4 y ASTM E 74, la maquina tiene que estar operada por energía y no manualmente

##### MUESTRA

- La muestra para el siguiente ensayo viene hacer los testigos ya vaciados, estos testigos tiene que estar desencofrados y curados para llegar a la resistencia con la cual se diseñó.

##### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 37)

- El ensayo de compresión se realiza una vez sacada la muestra de la etapa del curado 3, 7, 28 días.
- Secar la muestra, medir su longitud y diámetro para cálculos posteriores y colocar al equipo de compresión.

- Colocar el bloque de rotura con la cara de mayor endurecimiento hacia arriba y aplicar la carga de la máquina de compresión hasta que la probeta presente fisuras en su cara.



*Figura 37: Ensayo a Compresión.  
Fuente: Elaboración propia*

### CÁLCULO

- Para el cálculo de la resistencia a la compresión de la probeta o espécimen, se divide la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área promedio de la sección transversal.
- Si la relación de la longitud de la probeta con respecto a su diámetro sale menor a 1.75, se tiene que corregir el valor multiplicando por un factor según lo explica la norma NTP 339.034 (Tabla 3),
- Si es requerido calcular la densidad del espécimen, se puede calcular:

$$DENSIDAD = W/V$$

DONDE:

W = peso del espécimen en kilogramos

V = volumen del espécimen determinado por el diámetro promedio y longitud promedio.

$$VOLUMEN = (W - W_s)/\gamma_a$$

DONDE:

W<sub>s</sub> = peso del espécimen en kilogramos

Ya = Densidad del agua a 23°C que es igual a 997.5 kg/m<sup>3</sup>

## ❖ RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA A LOS DOS TERCIOS DE LA VIGA (ASTM C 78 – 02)

### EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de ensayo para rotura de concreto a flexión.
- Aparato de carga

### MUESTRA

- La muestra respectiva tiene que cumplir con lo mencionado en la norma MTC E 702, tienen que ser de forma prismática elaborada con concreto, llevado al curado y finalmente sacado para que preceda con la roturación de esta.

### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 38)

- Colocar la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y se centra a los dos tercios sobre los bloques de carga.
- La carga se debe aplicar de manera continua sin sobresaltos, a una rata que incremente constantemente el esfuerzo de la fibra extrema, hasta que ocurra la rotura.



*Figura 38: Ensayo de Resistencia a Flexión.*

*Fuente: Elaboración propia*

### CÁLCULO

- Para el cálculo de la resistencia a la flexión, si la fractura inicia sobre la superficie a tensión en el tercio medio de la longitud, se calcula el módulo de ruptura de la siguiente manera:

$$R = PL/bd^2$$

DONDE:

R = módulo de ruptura psi o MPa

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo

L = longitud del claro en pulgadas

b = ancho promedio del espécimen en pulgadas

d = profundidad promedio del espécimen en pulgadas

- Si la fractura ocurre fuera del tercio medio de la longitud del claro por no más del 5% del claro, se puede calcular el módulo de ruptura de la siguiente manera.

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

DONDE:

a = distancia promedio entre la línea de fracturas y el soporte más cercano medida sobre la superficie en tensión de la viga medida en pulgadas.

## ❖ “MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA EVALUACIÓN DEL AGRIETA – MIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA CON FIBRA DE METAL” ASTM C 1579 – 6

### EQUIPOS Y MATERIALES

- Molde rectangular metálico
- Ventilador que origine una velocidad de viento mayor a 4.7 m/s
- Estufa eléctrica
- Anemómetro
- Termómetro Higrómetro digital

### MUESTRA

- Para el siguiente ensayo se tuvo como muestra concreto fresco patrón, concreto fresco con fibra de metal de 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup>.

### PROCEDIMIENTO (Ver Figura 39)

- Vaciar, enrazar y pulir el concreto en el molde indicado.
- Prender el ventilador junto a la estufa para que se genere una temperatura ambiente de 30°C
- Comprobar la velocidad de viento mínima 4.7 m/s
- Revisar y medir cada 30 min las fisuras que se va presentando por retracción plástica.

- Medir el tiempo de fragua y evaporación del molde con pasta y recipiente con agua
- Registrar cada uno de los datos y graficar en una hoja de apuntes cada una de las fisuras encontradas para el cálculo respectivo.



*Figura 39: Elaboración del Ensayo ASTM C 1579.  
Fuente: Elaboración propia*

### **3.10 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Para poder aplicar la propuesta del concreto diseñado en diversos campos garantizando resistencia, durabilidad y costos, es necesario optar con información cuantificada de la mano de obra, materiales y equipos del concreto, es por ello que se presenta el precio unitario de cada uno de las mezclas diseñadas en planta.

#### **3.10.1 Concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

A continuación, en la Tabla 41, se presenta el análisis de precio unitario del concreto patrón, con precios actualizados a la fecha de hoy.

**Tabla 41: Análisis del precio unitario del concreto patrón.**

*Fuente: Elaboración propia*

| Partida             | 1.00.00                           | CONCRETO PATRÓN $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> |        |           |          |                | Costo unitario directo por : M3 |  | 308.67 |
|---------------------|-----------------------------------|--|--------|-----------|----------|----------------|---------------------------------|--|--------|
| Rendimiento         | 8.000                             | M3/DIA                                       |        |           |          |                |                                 |  |        |
| Código              | Descripción Insumo                | Recurso                                      | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio Parcial |                                 |  |        |
| <b>Mano de Obra</b> |                                   |  |        |           |          |                |                                 |  |        |
| 0101010002          | TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO |  | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 24.70          | 24.70                           |  |        |
| 0101010003          | OPERARIO                          |  | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 20.07          | 20.07                           |  |        |
| 0101010005          | PEON                              |  | hh     | 2.0000    | 2.0000   | 14.81          | 29.62                           |  |        |
|                     |                                   |  |        |           |          | <b>74.39</b>   |                                 |  |        |
| <b>Materiales</b>   |                                   |  |        |           |          |                |                                 |  |        |
| 0213030001          | CEMENTO PORTLAND TIPO I           |  | bol    |           | 10.0000  | 13.90          | 139.00                          |  |        |
| 0213030002          | PIEDRA 3/4                        |  | m3     |           | 0.6000   | 70.00          | 42.00                           |  |        |
| 0213030003          | ARENA GRUESA                      |  | m3     |           | 0.4800   | 65.00          | 31.20                           |  |        |
| 0213030004          | AGUA                              |  | m3     |           | 0.2070   | 6.50           | 1.35                            |  |        |
| 0213030005          | FIBRA DE METAL                    |  | kg     |           | 0.0000   | 6.80           | 0.00                            |  |        |
|                     |                                   |  |        |           |          | <b>213.55</b>  |                                 |  |        |
| <b>Equipos</b>      |                                   |  |        |           |          |                |                                 |  |        |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES             |  | % mo   |           | 3.0000   | 74.39          | 2.23                            |  |        |
| 0349190002          | MEZCLADORA                        |  | hm     | 1.0000    | 1.0000   | 18.50          | 18.50                           |  |        |
|                     |                                   |  |        |           |          | <b>20.73</b>   |                                 |  |        |

### 3.10.2 Concreto $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup>, con fibra de metal 20kg/m<sup>3</sup>

A continuación, en la Tabla 42, se presenta el análisis de precio unitario del concreto con adición de fibra de metal (20kg/m<sup>3</sup>), con precios actualizados a la fecha de hoy.

**Tabla 42: Análisis del precio unitario con la dosificación de 20kg/m<sup>3</sup>.**

*Fuente: Elaboración propia*

| Partida             | 2.00.00                           | CONCRETO $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> , FIBRA DE METAL 20 kg/m <sup>3</sup> |        |           |          |                | Costo unitario directo por : M3 |  | 443.73 |
|---------------------|-----------------------------------|---|--------|-----------|----------|----------------|---------------------------------|--|--------|
| Rendimiento         | 8.000                             | M3/DIA  |        |           |          |                |                                 |  |        |
| Código              | Descripción Insumo                | Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio Parcial |                                 |  |        |
| <b>Mano de Obra</b> |                                   |   |        |           |          |                |                                 |  |        |
| 0101010002          | TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO |   | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 24.70          | 24.70                           |  |        |
| 0101010003          | OPERARIO                          |   | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 20.07          | 20.07                           |  |        |
| 0101010005          | PEON                              |   | hh     | 2.0000    | 2.0000   | 14.81          | 29.62                           |  |        |
|                     |                                   |   |        |           |          | <b>74.39</b>   |                                 |  |        |
| <b>Materiales</b>   |                                   |   |        |           |          |                |                                 |  |        |
| 0213030001          | CEMENTO PORTLAND TIPO I           |   | bol    |           | 10.0000  | 13.90          | 139.00                          |  |        |
| 0213030002          | PIEDRA 3/4                        |   | m3     |           | 0.5878   | 70.00          | 41.14                           |  |        |
| 0213030003          | ARENA GRUESA                      |   | m3     |           | 0.4787   | 65.00          | 31.12                           |  |        |
| 0213030004          | AGUA                              |   | m3     |           | 0.2070   | 6.50           | 1.35                            |  |        |
| 0213030005          | FIBRA DE METAL                    |   | kg     |           | 20.0000  | 6.80           | 136.00                          |  |        |
|                     |                                   |   |        |           |          | <b>348.61</b>  |                                 |  |        |
| <b>Equipos</b>      |                                   |   |        |           |          |                |                                 |  |        |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES             |   | % mo   |           | 3.0000   | 74.39          | 2.23                            |  |        |
| 0349190002          | MEZCLADORA                        |   | hm     | 1.0000    | 1.0000   | 18.50          | 18.50                           |  |        |
|                     |                                   |   |        |           |          | <b>20.73</b>   |                                 |  |        |

### 3.10.3 Concreto $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup>, con fibra de metal 25kg/m<sup>3</sup>

A continuación, en la Tabla 43, se presenta el análisis de precio unitario del concreto con adición de fibra de metal (25kg/m<sup>3</sup>), con precios actualizados a la fecha de hoy.

**Tabla 43: Análisis del precio unitario con la dosificación de 25kg/m<sup>3</sup>.**

Fuente: Elaboración propia

| Partida             | 3.00.00                           | CONCRETO f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , FIBRA DE METAL 25 kg/m <sup>3</sup> |        |           |          |                                 |               |  |
|---------------------|-----------------------------------|---|--------|-----------|----------|---------------------------------|---------------|--|
| Rendimiento         | 8.000                             | M3/DIA  |        |           |          | Costo unitario directo por : M3 | 478.67        |  |
| Código              | Descripción Insumo                | Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio                          | Parcial       |  |
| <b>Mano de Obra</b> |                                   |   |        |           |          |                                 |               |  |
| 0101010002          | TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO |   | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 24.70                           | 24.70         |  |
| 0101010003          | OPERARIO                          |   | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 20.07                           | 20.07         |  |
| 0101010005          | PEON                              |   | hh     | 2.0000    | 2.0000   | 14.81                           | 29.62         |  |
|                     |                                   |   |        |           |          |                                 | <b>74.39</b>  |  |
| <b>Materiales</b>   |                                   |   |        |           |          |                                 |               |  |
| 0213030001          | CEMENTO PORTLAND TIPO I           |   | bol    |           | 10.0000  | 13.90                           | 139.00        |  |
| 0213030002          | PIEDRA 3/4                        |   | m3     |           | 0.6000   | 70.00                           | 42.00         |  |
| 0213030003          | ARENA GRUESA                      |   | m3     |           | 0.4800   | 65.00                           | 31.20         |  |
| 0213030004          | AGUA                              |   | m3     |           | 0.2070   | 6.50                            | 1.35          |  |
| 0213030005          | FIBRA DE METAL                    |   | kg     |           | 25.0000  | 6.80                            | 170.00        |  |
|                     |                                   |   |        |           |          |                                 | <b>383.55</b> |  |
| <b>Equipos</b>      |                                   |   |        |           |          |                                 |               |  |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES             |   | % mo   |           | 3.0000   | 74.39                           | 2.23          |  |
| 0349190002          | MEZCLADORA                        |   | hm     | 1.0000    | 1.0000   | 18.50                           | 18.50         |  |
|                     |                                   |   |        |           |          |                                 | <b>20.73</b>  |  |

### 3.10.4 Concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>, con fibra de metal 30kg/m<sup>3</sup>

A continuación, en la Tabla 44, se presenta el análisis de precio unitario del concreto con adición de fibra de metal (30kg/m<sup>3</sup>), con precios actualizados a la fecha de hoy.

**Tabla 44: Análisis del precio unitario con la dosificación de 30kg/m<sup>3</sup>.**

Fuente: Elaboración propia

| Partida             | 4.00.00                           | CONCRETO f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , FIBRA DE METAL 30 kg/m <sup>3</sup> |        |           |          |                                 |               |  |
|---------------------|-----------------------------------|---|--------|-----------|----------|---------------------------------|---------------|--|
| Rendimiento         | 8.000                             | M3/DIA  |        |           |          | Costo unitario directo por : M3 | 512.67        |  |
| Código              | Descripción Insumo                | Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio                          | Parcial       |  |
| <b>Mano de Obra</b> |                                   |   |        |           |          |                                 |               |  |
| 0101010002          | TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO |   | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 24.70                           | 24.70         |  |
| 0101010003          | OPERARIO                          |   | hh     | 1.0000    | 1.0000   | 20.07                           | 20.07         |  |
| 0101010005          | PEON                              |   | hh     | 2.0000    | 2.0000   | 14.81                           | 29.62         |  |
|                     |                                   |   |        |           |          |                                 | <b>74.39</b>  |  |
| <b>Materiales</b>   |                                   |   |        |           |          |                                 |               |  |
| 0213030001          | CEMENTO PORTLAND TIPO I           |   | bol    |           | 10.0000  | 13.90                           | 139.00        |  |
| 0213030002          | PIEDRA 3/4                        |   | m3     |           | 0.6000   | 70.00                           | 42.00         |  |
| 0213030003          | ARENA GRUESA                      |   | m3     |           | 0.4800   | 65.00                           | 31.20         |  |
| 0213030004          | AGUA                              |   | m3     |           | 0.2070   | 6.50                            | 1.35          |  |
| 0213030005          | FIBRA DE METAL                    |   | kg     |           | 30.0000  | 6.80                            | 204.00        |  |
|                     |                                   |   |        |           |          |                                 | <b>417.55</b> |  |
| <b>Equipos</b>      |                                   |   |        |           |          |                                 |               |  |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES             |   | % mo   |           | 3.0000   | 74.39                           | 2.23          |  |
| 0349190002          | MEZCLADORA                        |   | hm     | 1.0000    | 1.0000   | 18.50                           | 18.50         |  |
|                     |                                   |   |        |           |          |                                 | <b>20.73</b>  |  |

### 3.10.5 Rehabilitación de pavimento rígido

Para poder determinar la eficiencia del uso de la fibra de metal en cuanto al costo, es necesario realizar un análisis del precio unitario de una rehabilitación como muestra la Tabla 45.

**Tabla 45: Análisis del precio unitario para rehabilitación del pavimento rígido**  
 Fuente: Elaboración propia

| Partida     | 1.00.00 REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO |                     |        |           |          |        | Costo unitario directo por : M2 | 295.14 |
|-------------|--|---------------------|--------|-----------|----------|--------|---------------------------------|--------|
| Rendimiento | 10.000 M2/DIA                              |                     |        |           |          |        |                                 |        |
| Código      | Descripción                                | Ins. Recurso        | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial                         |        |
|             |  | <b>Mano de Obra</b> |        |           |          |        |                                 |        |
| 0101010002  | TECNICO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO          |                     | hh     | 1.0000    | 0.8000   | 24.70  | 19.76                           |        |
| 0101010003  | OPERARIO                                   |                     | hh     | 2.0000    | 1.6000   | 20.07  | 32.11                           |        |
| 0101010005  | PEON                                       |                     | hh     | 3.0000    | 2.4000   | 14.81  | 35.54                           |        |
|             |  |                     |        |           |          |        | <b>87.42</b>                    |        |
|             |  | <b>Materiales</b>   |        |           |          |        |                                 |        |
| 21303       | CONCRETO PREMEZCLADO F' C=210 KG/CM2       |                     | m3     |           | 0.2100   | 345.00 | 72.45                           |        |
| 21304       | ACERO DE REFUERZO 3/8"                     |                     | kg     |           | 3.5280   | 4.80   | 16.93                           |        |
| 21305       | ENCOFRADO                                  |                     | pie2   |           | 8.8890   | 5.40   | 48.00                           |        |
| 21306       | CURADO                                     |                     | m2     |           | 1.0000   | 1.50   | 1.50                            |        |
| 21307       | MATERIAL AFIRMADO                          |                     | m3     |           | 0.2100   | 38.00  | 7.98                            |        |
|             |  |                     |        |           |          |        | <b>146.87</b>                   |        |
|             |  | <b>Equipos</b>      |        |           |          |        |                                 |        |
| 0301010006  | HERRAMIENTAS MANUALES                      |                     | % mo   |           | 3.0000   | 87.42  | 2.62                            |        |
| 0301010007  | MINI RODILLO                               |                     | hm     | 1.0000    | 0.8000   | 45.80  | 36.64                           |        |
| 0349190002  | MAQUINA DE CORTAR PARA PAVIMENTO           |                     | hm     | 1.0000    | 0.8000   | 14.50  | 11.60                           |        |
| 0349190003  | VIBRADORA DE CONCRETO                      |                     | hm     | 1.0000    | 0.8000   | 12.50  | 10.00                           |        |
|             |  |                     |        |           |          |        | <b>60.86</b>                    |        |



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

#### ❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO

Después de realizar el procedimiento del ensayo como se indicó anteriormente, el promedio de las muestras que se obtuvieron fue de 1.00% de contenido de humedad en el agregado fino y 0.52% en el agregado grueso en condiciones naturales como muestra la Tabla 46.

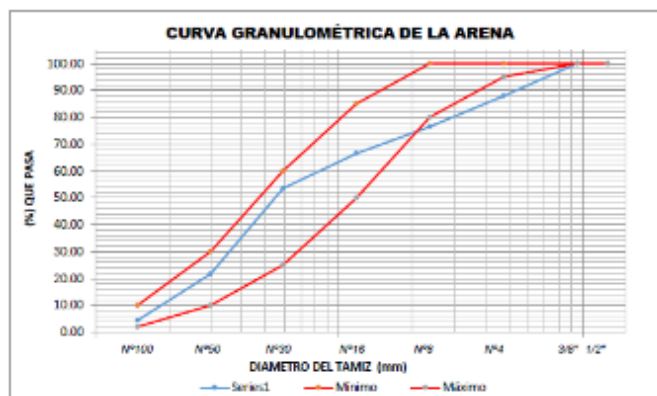
*Tabla 46: Resumen del Contenido de Humedad de los agregados.  
Fuente: Elaboración propia*

| AGREGADO        | M-1   | M-2   | M-3   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) |
|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------|
| AGREGADO FINO   | 0.908 | 1.051 | 1.028 | 1.00                     |
| AGREGADO GRUESO | 0.494 | 0.477 | 0.596 | 0.52                     |

Los valores obtenidos se utilizaron para realizar la corrección del volumen de los agregados finos y gruesos por humedad en 1% y 0.52% respectivamente del volumen en peso seco, ya que a mayor porcentaje de humedad el volumen de los agregados aumenta como se indica en el procedimiento del diseño de mezcla en el ítem de corrección de humedad.

#### ❖ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL **Agregado Fino**, según la curva granulométrica del agregado fino no cumple la NTP 400.037 <sup>(53 p. 8)</sup>, porque los resultados se encuentran fuera de los parámetros como se observa en las mallas N°8 y N°4 de la Figura 40. También se obtuvo un módulo

de finura de 2.90, que sirve para la determinación del porcentaje de agregado fino. (Ver Tabla 47)



**Figura 40:** Curva Granulométrica del Ag. Fino.

Fuente: Elaboración propia

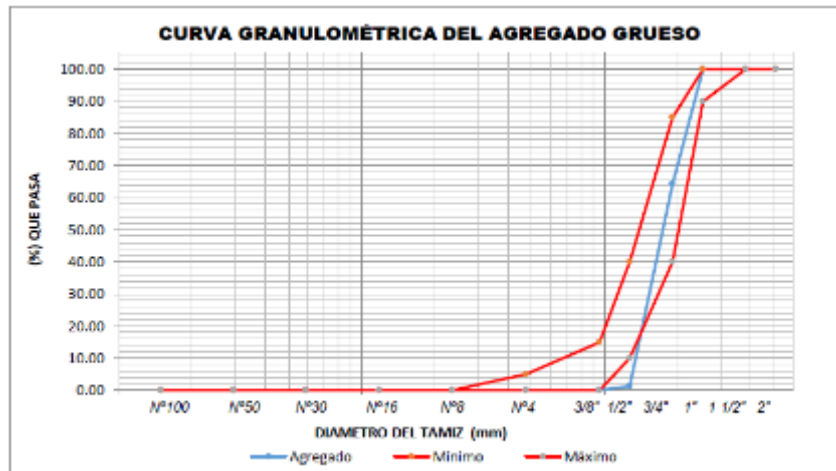
**Tabla 47:** Resumen de la Granulometría del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia

| AGREGADO FINO |           |
|---------------|-----------|
| TAMIZ         | % PASANTE |
| 1/2"          | 100.00%   |
| 3/8"          | 100.00%   |
| N°4           | 87.91%    |
| N°8           | 76.40%    |
| N°16          | 66.54%    |
| N°30          | 53.54%    |
| N°50          | 21.66%    |
| N°100         | 4.38%     |
| N°200         | 0.85%     |
| FONDO         | 0.00%     |
| M.F           | 2.90      |

**Agregado Grueso**, según la NTP 400.037 (53 p. 13), el huso 56 nos limita los parámetros, de las cuales la granulometría obtenida cumple considerablemente a excepción del tamiz de 1/2" que se encuentra fuera de los límites como se observa en Figura 41, lo que indica un porcentaje mayor de aprobación de calidad del agregado.

También se obtuvo un módulo de finura de 7.35, que sirve para la determinación del porcentaje de agregado grueso, el tamaño máximo es de 1", que es la última malla donde pasa el 100% del agregado y el tamaño máximo nominal es de 3/4", que es la malla con primer retenido de agregado con un 35.73%. (Ver Tabla 48 )



**Figura 41:** Curva Granulométrica del Agregado Grueso.  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48:** Resumen de la Granulometría del Agregado Grueso.  
Fuente: Elaboración propia

| AGREGADO GRUESO |           |
|-----------------|-----------|
| TAMIZ           | % PASANTE |
| 2"              | 100.00%   |
| 1 1/2"          | 100.00%   |
| 1"              | 100.00%   |
| 3/4"            | 64.27%    |
| 1/2"            | 1.30%     |
| 3/8"            | 0.08%     |
| N°4             | 0.08%     |
| N°8             | 0.08%     |
| N°16            | 0.08%     |
| N°30            | 0.08%     |
| N°50            | 0.08%     |
| N°100           | 0.08%     |
| FONDO           | 0.00%     |
| M.F             | 7.35      |
| T.M             | 1"        |
| TMN             | 3/4"      |

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS**

El promedio del peso unitario suelto (PUS) del agregado fino es 1527 kg/m<sup>3</sup>, lo cual da como referencia la masa en gravedad en un volumen, el impacto dentro del

diseño de mezcla es mínimo por ser un material fino y los vacíos son pequeños. Es necesario para estimar la cantidad de material a comprar.

El promedio del peso unitario suelto (PUS) del agregado grueso es 1427 kg/m<sup>3</sup>, lo cual indica la cantidad del material que, ocupada dentro de un volumen, se realiza el ensayo más que nada por los vacíos que genera una desventaja en los diseños para lograr un comportamiento mecánico óptimo y para estimar la cantidad de material requerido.

Los resultados se muestran en la Tabla 49.

**Tabla 49:** Resumen del Peso Unitario Suelto de los Agregados.

Fuente: Elaboración propia

| AGREGADO        | M-1  | M-2  | M-3  | PESO UNITARIO SUELTO (PUS) (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|------|------|------|---|
| AGREGADO FINO   | 1526 | 1526 | 1529 | 1527  |
| AGREGADO GRUESO | 1440 | 1423 | 1417 | 1427  |

El promedio del peso unitario compactado (PUC) del agregado fino es 1621 kg/m<sup>3</sup>, dá como referencia la masa que ocupa el agregado en un volumen determinado, la compactación disminuye los vacíos del agregado.

El promedio del peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso es 1538 kg/m<sup>3</sup>, lo cual representa la cantidad de agregado ocupado en un volumen unitario con apoyo de la compactación para reducir los vacíos generados.

Los resultados se muestran en la Tabla 50.

**Tabla 50:** Resumen del Peso Unitario Compactado de los Agregados.

Fuente: Elaboración propia

| AGREGADO        | M-1  | M-2  | M-3  | PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|------|------|------|---|
| AGREGADO FINO   | 1610 | 1624 | 1628 | 1621  |
| AGREGADO GRUESO | 1547 | 1527 | 1539 | 1538  |

#### ❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

El valor de peso específico sirve para determinar el volumen que ocupa el agregado con respecto a 1m<sup>3</sup> en el diseño de mezcla. El peso específico es de 2.63 g/cm<sup>3</sup> que equivale a 2630 kg/m<sup>3</sup>.

El valor de la absorción sirve para replantear el diseño de mezcla con respecto a la humedad, los resultados del agregado grueso se muestran en la Tabla 51.

*Tabla 51: Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.*

*Fuente: Elaboración propia*

| AGREGADO GRUESO |       |       |       |          |                   |
|-----------------|-------|-------|-------|----------|-------------------|
| ENSAYO          | M-1   | M-2   | M-3   | PROMEDIO |                   |
| PESO ESPECÍFICO | 2.615 | 2.645 | 2.642 | 2.63     | g/cm <sup>3</sup> |
| ABSORCIÓN       | 0.918 | 0.801 | 0.786 | 0.84     | %                 |

❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

El valor de peso específico sirve para determinar el volumen que ocupa el agregado con respecto a 1m<sup>3</sup> en el diseño de mezcla. El peso específico es de 2.56 g/cm<sup>3</sup> que equivale a 2560 kg/m<sup>3</sup>.

El valor de la absorción sirve para replantear el diseño de mezcla con respecto a la humedad, los resultados del agregado fino se muestran en la Tabla 52.

*Tabla 52: Resumen de los ensayos de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.*

*Fuente: Elaboración propia*

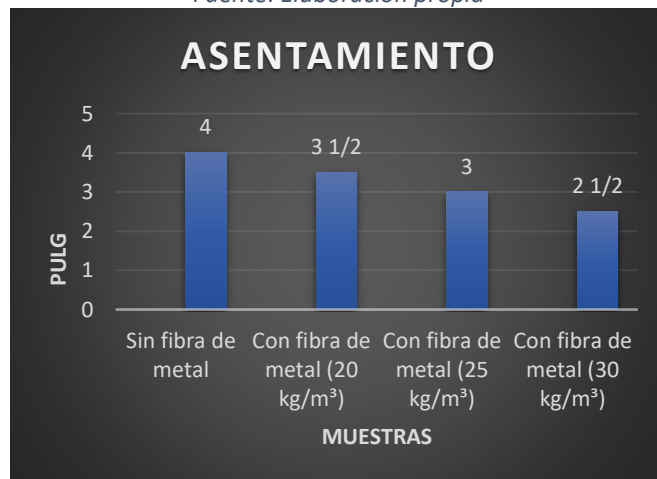
| AGREGADO FINO   |      |      |      |          |                   |
|-----------------|------|------|------|----------|-------------------|
| ENSAYO          | M-1  | M-2  | M-3  | PROMEDIO |                   |
| PESO ESPECÍFICO | 2.55 | 2.57 | 2.56 | 2.56     | g/cm <sup>3</sup> |
| ABSORCIÓN       | 1.75 | 1.46 | 1.54 | 1.58     | %                 |

## ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

❖ **ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)**

Se consideraron los parámetros establecidos en el cuadro de trabajabilidad, donde se desea alcanzar un concreto con grado de asentamiento plástico de 3” - 4” trabajable, porque son asentamientos adecuados para pavimentos rígidos. En la Gráfica 1, se pueden observar los resultados de cada uno de los diseños de mezcla, obteniendo resultados aceptables en un 75% del estudio, en el diseño patrón se obtuvo un promedio de 4”, 3 ½” en el diseño con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal y de 3” en el diseño con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal. Quedando un restante de 25% del estudio no aceptable ya que el diseño con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal nos da un slump promedio de 2 ½” estando fuera de los parámetros recomendados para una buena trabajabilidad.

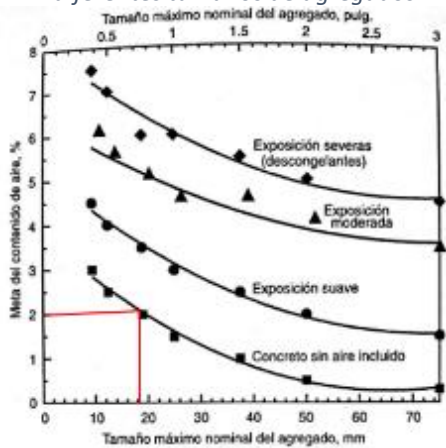
**Gráfica 1: Resultados del Asentamiento del concreto.**  
Fuente: Elaboración propia



❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DEL AIRE DE MEZCLA DE HORMIGÓN**

Los resultados que se muestran en la Gráfica 2 indica que el concreto en estado fresco se encuentra en óptimas condiciones para poder cumplir los parámetros requeridos con respecto al tamaño máximo nominal del agregado grueso, estando en el rango de 2% con una variación de -1% y + 2% según indica la Tabla 53.

**Tabla 53: Requisitos de contenido de aire para diferentes tamaños de agregados.**



Nota: Tomado de Kosmatka (54 p. 189)

**Gráfica 2: Resultados del Contenido de Aire.**  
Fuente: Elaboración propia



❖ **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN**

Los resultados obtenidos en el ensayo, se presentan en la Tabla 54 donde se tomó dos muestras por cada diseño de mezcla (diseño de mezcla patrón, diseño de mezcla con

20kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup>, 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal) obteniendo resultados promedios del tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final.

**Tabla 54:** Tabla de resumen de los resultados de tiempo de fraguado.  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto $f'c=280$<br>kg/cm <sup>2</sup> | Peso Unitario (Kg)     |       |                       |                     |
|---|------------------------|-------|-----------------------|---------------------|
|   | Tiempo de fragua (min) |       |                       |                     |
|   | Inicial                | Final | Promedio<br>(Inicial) | Promedio<br>(final) |
| Sin fibra de metal                                  | 160                    | 224   | 160                   | 226                 |
| Sin fibra de metal                                  | 160                    | 227   |                       |                     |
| Con fibra de metal (20 kg/m <sup>3</sup> )          | 166                    | 279   | 166                   | 277                 |
| Con fibra de metal (20 kg/m <sup>3</sup> )          | 165                    | 275   |                       |                     |
| Con fibra de metal (25 kg/m <sup>3</sup> )          | 185                    | 264   | 188                   | 266                 |
| Con fibra de metal (25 kg/m <sup>3</sup> )          | 190                    | 268   |                       |                     |
| Con fibra de metal (30 kg/m <sup>3</sup> )          | 200                    | 258   | 201                   | 257                 |
| Con fibra de metal (30 kg/m <sup>3</sup> )          | 201                    | 256   |                       |                     |

En la Gráfica 3, se interpreta lo siguiente:

En el diseño de mezcla patrón, se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 160 min. y un tiempo de fraguado final promedio de 226 min. Estos tiempos se encuentran comprendidos cuando la penetración sea más de 3.5Mpa (507.632 psi) y 28Mpa (4061.06 psi).

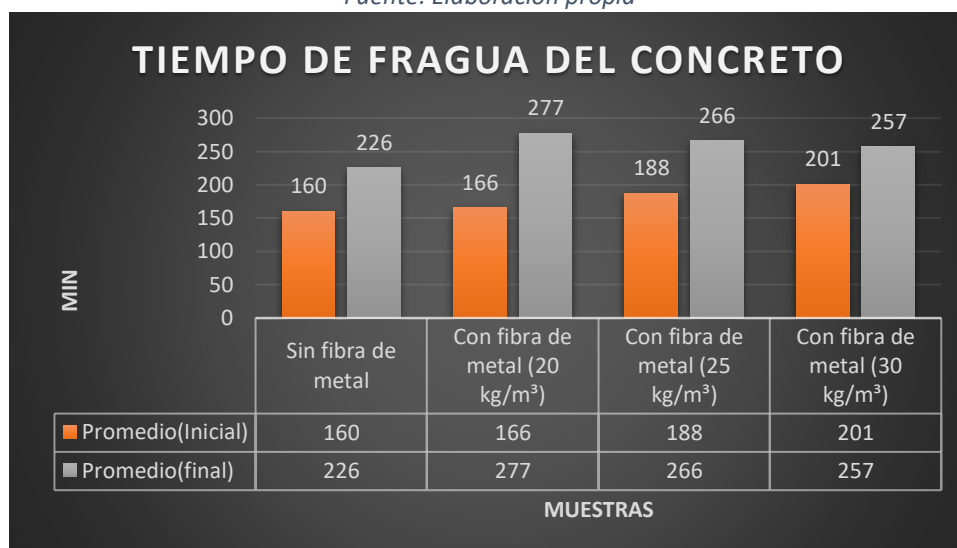
En el diseño de mezcla con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 166 min. Y un tiempo de fraguado final promedio de 277 min. Tardando en un 3.44% más en fraguarse inicialmente y un 22.84% más en fraguarse finalmente el concreto con fibra de metal con respecto al diseño patrón.

En el diseño de mezcla con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 188 min. Y un tiempo de fraguado final promedio de 266 min. Tardando en un 17.19% más en fraguarse inicialmente y un 17.96% más en fraguarse finalmente el concreto con fibra de metal con respecto al diseño patrón.

En el diseño de mezcla con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo un tiempo de fraguado inicial promedio de 201 min. Y un tiempo de fraguado final promedio de 257 min. Tardando en un 25.31% más en fraguarse inicialmente y un 60.63% más en fraguarse finalmente el concreto con fibra de metal con respecto al diseño patrón.

**Gráfica 3:** Resultados promedios del ensayo de tiempo de fragua.

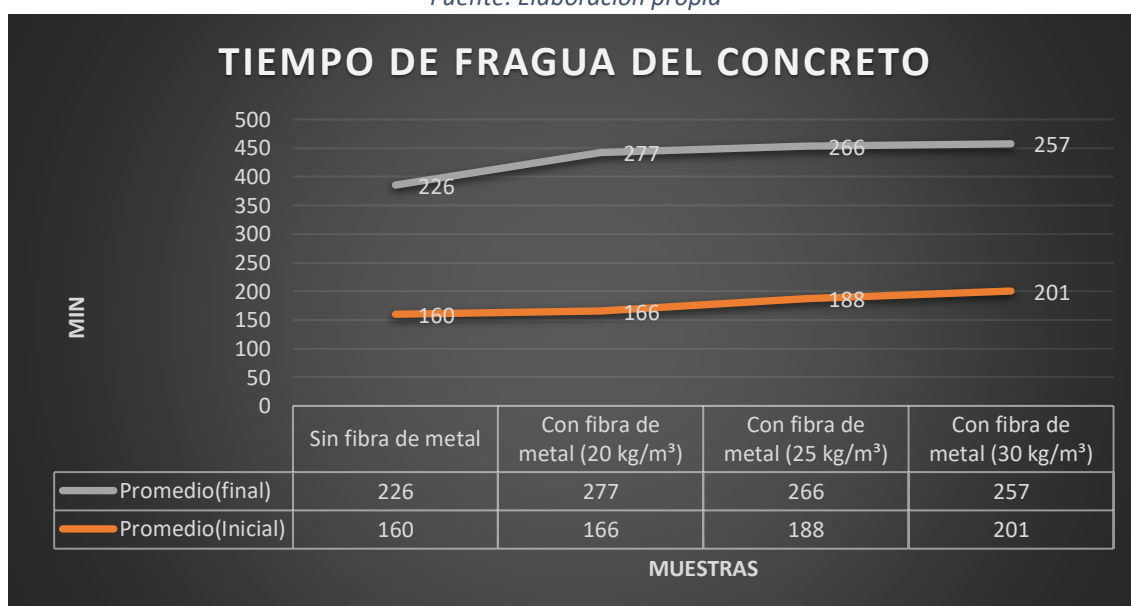
Fuente: Elaboración propia



Llegando a obtener una curva de crecimiento de la Gráfica 4, que representan los resultados generales de tiempo de fragua, donde se puede observar que a mayor cantidad de fibra de metal el tiempo de fragua inicial y final es mayor con respecto al diseño de mezcla patrón, viendo que para la dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> en el tiempo de fraguado final se llega a un punto máximo, lo cual genera un comportamiento positivo en el clima que nos encontramos se tiene una resistencia a la penetración final de 3985.51 psi y para el diseño de mezcla una resistencia a la penetración final de 4492.75 psi siendo mayor en un 12.73% más con respecto al diseño de mezcla patrón.

**Gráfica 4:** Curva de crecimiento de los promedios del ensayo de tiempo de fragua.

Fuente: Elaboración propia

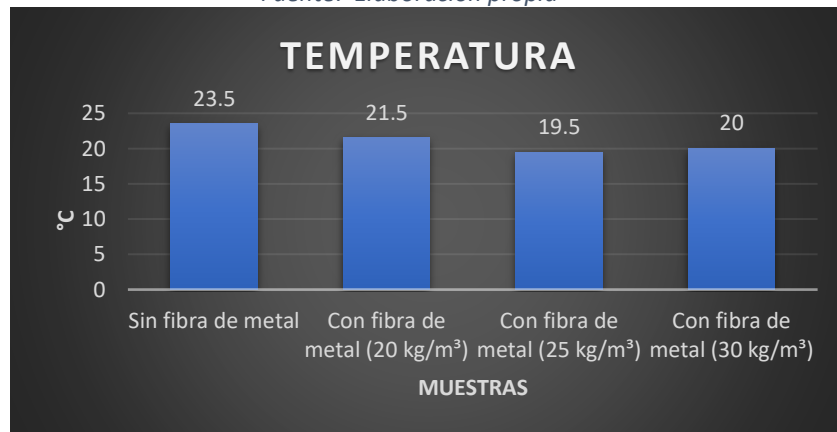




## ❖ MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO

Los resultados obtenidos del ensayo se muestran en la Gráfica 5, donde indica que para el diseño patrón la temperatura del concreto es de 23.5°C siendo mayor a comparación de los diseños con adición de fibra de metal. Las altas temperaturas en el concreto originan mayor fisuración por retracción plástica en el concreto, debido a la alta pérdida de la humedad a través de la evaporación.

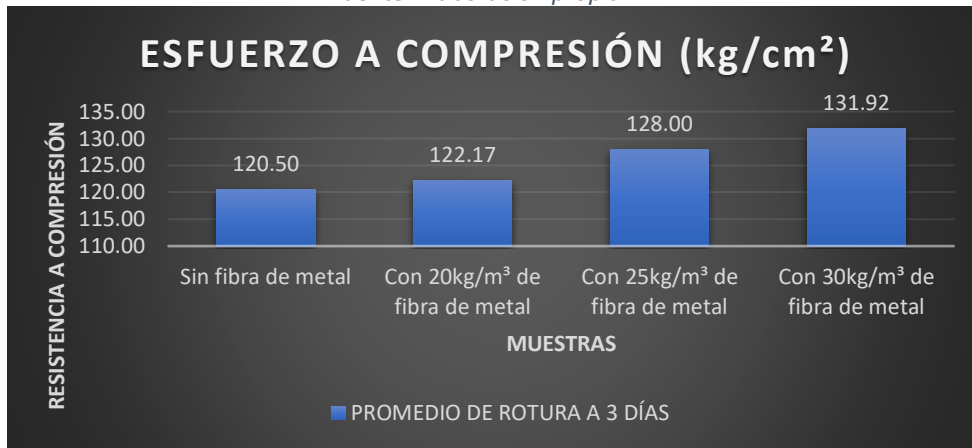
*Gráfica 5: Resultados de la temperatura del concreto.  
Fuente: Elaboración propia*



## ❖ RESULTADOS PARA EXPLICAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

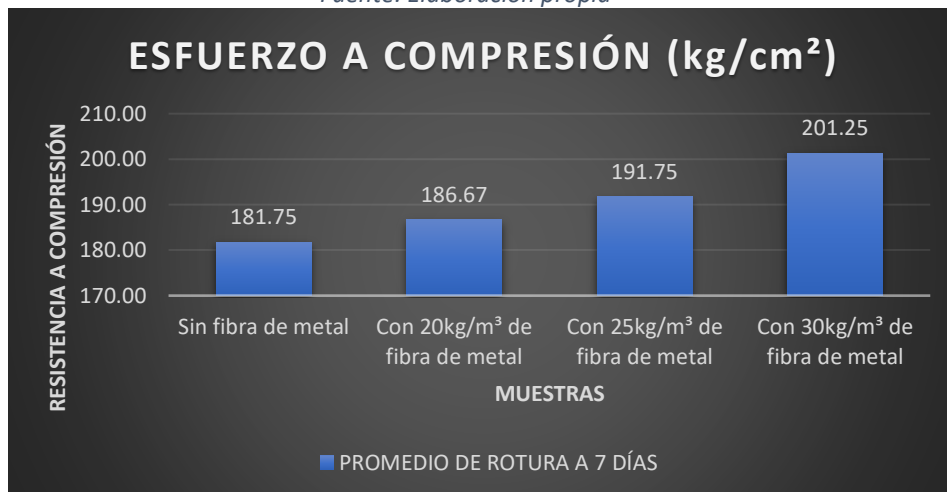
En la Gráfica 6, se logra apreciar los resultados de los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada diseño de mezcla en estudio (diseño de mezcla sin fibra de metal, diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>) a una edad de 3 días. El esfuerzo a compresión menor se presenta en el diseño de mezcla sin fibra de metal con un valor promedio de 120.5 kg/cm<sup>2</sup> que es equivalente al 39.93% con respecto al valor obtenido a la edad de 28 días, mientras que para los especímenes del diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo 122.17 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 39.66%, como también para los especímenes del diseño de mezcla con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo 128 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 40.40%, siendo estos esfuerzos a compresión los valores intermedios de todos los diseños de mezcla en estudio y el valor esfuerzo a compresión promedio se obtuvo del diseño de mezcla con 30 kg/m<sup>3</sup> con un valor de 131.92 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 40.54%.

**Gráfica 6: Resultados del Ensayo a Compresión a los 3 días.**  
 Fuente: Elaboración propia



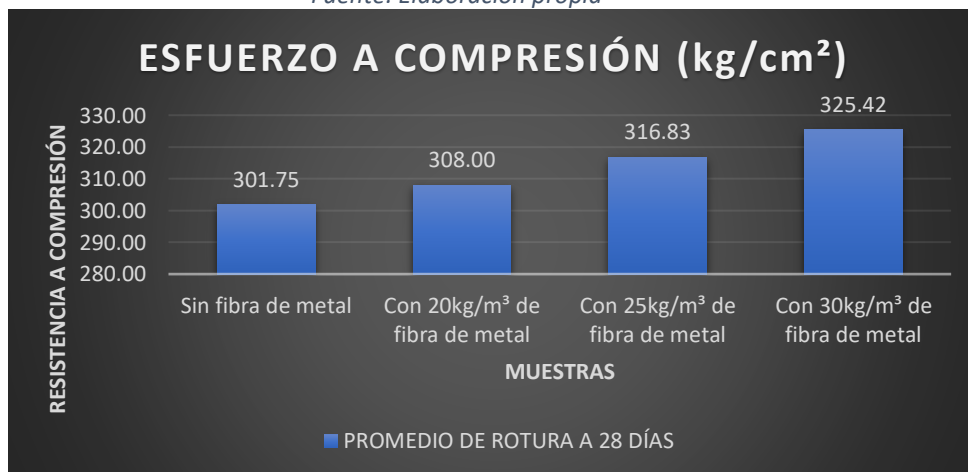
En la Gráfica 7, se logra apreciar los resultados de los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada diseño de mezcla en estudio (diseño de mezcla sin fibra de metal, diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>) a una edad de 7 días. El esfuerzo a compresión menor se presenta en el diseño de mezcla sin fibra de metal con un valor promedio de 181.75 kg/cm<sup>2</sup> que es equivalente al 60.23% con respecto al valor obtenido a la edad de 28 días, mientras que para los especímenes del diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo 186.67 kg /cm<sup>2</sup> equivalente a 60.61%, como también para los especímenes del diseño de mezcla con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo 191.75 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 60.52%, siendo estos esfuerzos a compresión los valores intermedios de todos los diseños de mezcla en estudio y el valor esfuerzo a compresión promedio se obtuvo del diseño de mezcla con 30 kg/m<sup>3</sup> con un valor de 201.25kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 61.84%.

**Gráfica 7: Resultados del Ensayo a Compresión a los 7 días.**  
 Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 8, se logra apreciar los resultados de los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada diseño de mezcla en estudio (diseño de mezcla sin fibra de metal, diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>) a una edad de 28 días. El esfuerzo a compresión menor aceptable lo obtiene el diseño de mezcla sin fibra de metal con un valor promedio de 301.75 kg/cm<sup>2</sup> que es equivalente al 7.77% más con respecto al valor recomendado en el Manual de carreteras para pavimentos rígidos pág.235 que es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, valor que se tiene que alcanzar o pasar a la edad de 28 días, mientras que para los especímenes del diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo 308 kg /cm<sup>2</sup> equivalente a 10% más, como también para los especímenes del diseño de mezcla con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se obtuvo 316.83 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 13.15% más con respecto al valor deseado siendo estos esfuerzos a compresión los valores intermedios de todos los diseños de mezcla en estudio y el esfuerzo a compresión mayor lo obtuvo los especímenes del diseño de mezcla con 30 kg/m<sup>3</sup> con un valor promedio de 325.42 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 16.22% más del valor deseado a los 28 días. Como se logra apreciar todos los esfuerzos a compresión de los especímenes de cada uno de los diseños de mezcla pasan el valor deseado a los 28 días que es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, según el Manual de carretas para un rango de tráfico pesado menor a 5 millones de ejes equivalentes.

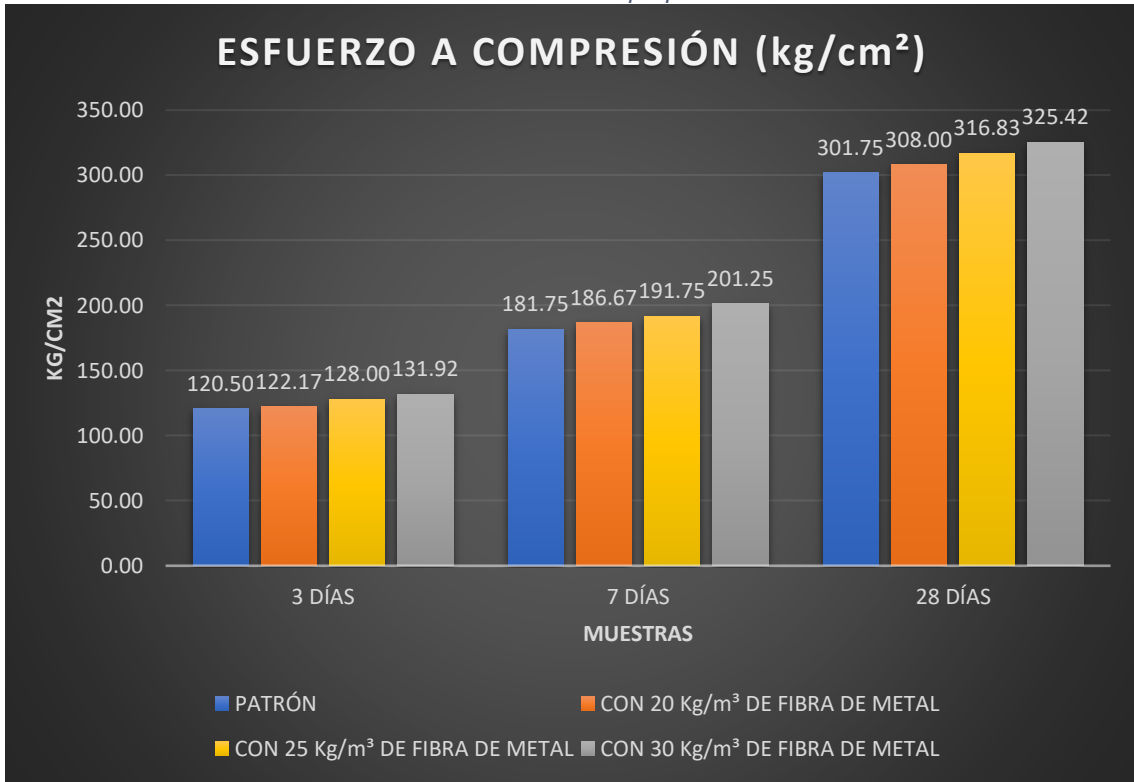
**Gráfica 8:** Resultados del Ensayo a Compresión a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 9, edad de madurez vs esfuerzo a compresión, se puede observar que los especímenes de cada uno de los diseños de mezcla en estudio logran cumplir y pasar el esfuerzo a compresión requerido de 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, generando un mayor esfuerzo a compresión el diseño de mezcla con 30 kg/cm<sup>2</sup> de fibra de metal sobrepasando en 16.22% más del esfuerzo recomendable para pavimentos rígidos según el manual de carreteras.

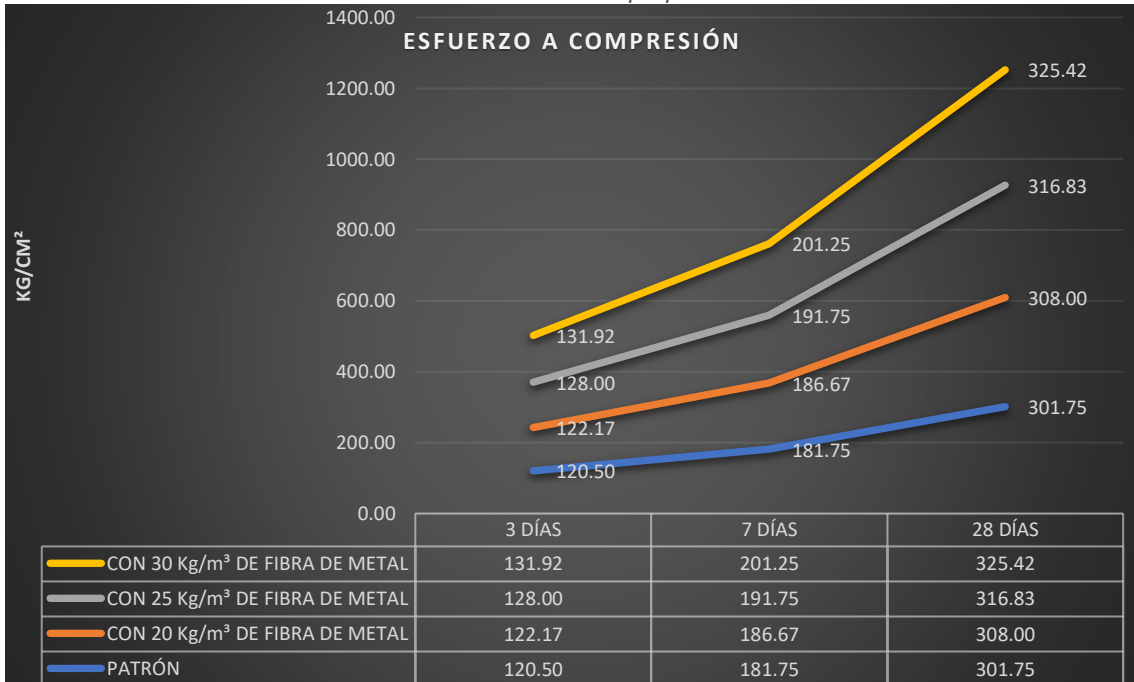
**Gráfica 9:** Resultados promedios del Ensayo a Compresión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 10:** Línea de tendencia de los valores de esfuerzo a compresión en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones.

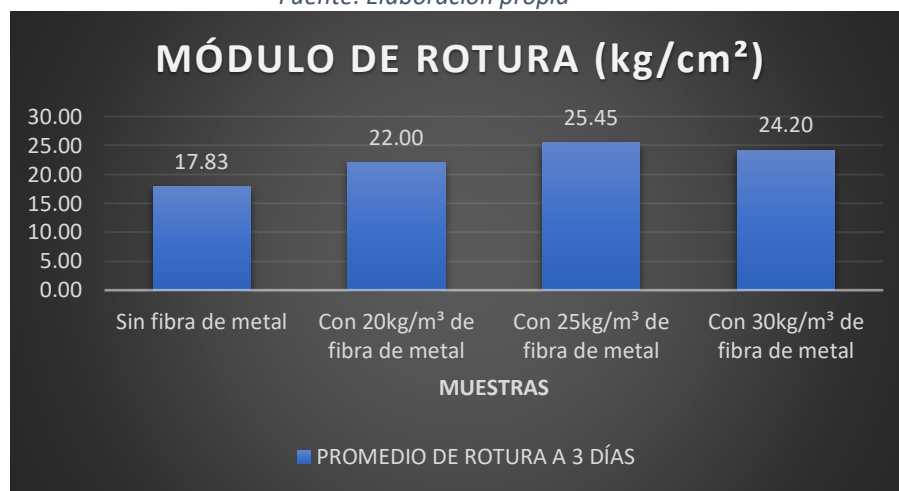
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 11, se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de tres días, donde se observa que el menor valor lo tiene el diseño de mezcla patrón con un valor de 17.83 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un 44.84% con respecto al valor obtenido a los 28 días, mientras que los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal, con valores de 22.00 kg/cm<sup>2</sup> y 25.45 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, equivalen a 51.79% y 69.65% del valor módulo de rotura a la edad de 28 días, finalmente se hace mención al diseño con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal donde se obtuvo un mayor valor de Módulo de rotura de 24.20 kg/cm<sup>2</sup>, que equivalente al 63.22%, generando así un mejor comportamiento mecánico en los pavimentos rígidos.

**Gráfica 11:** Resistencia a flexión a los 3 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

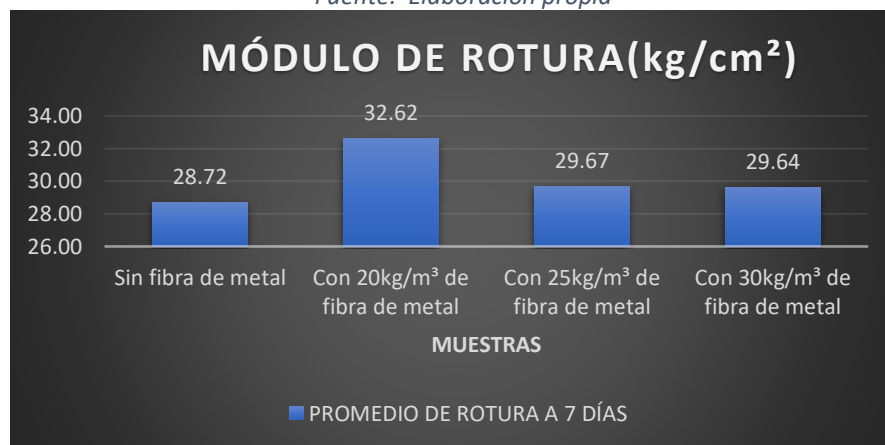


En la se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de siete días, donde se observa que el menor valor lo tiene el diseño de mezcla patrón con un valor de 28.72 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un 72.25% con respecto al valor obtenido a los 28 días, mientras que los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal, con valores de 32.62 kg/cm<sup>2</sup> y 29.67 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, equivalen a 76.79% y 81.19% del valor módulo de rotura a la edad de 28 días, finalmente se hace mención al diseño con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal donde se obtuvo un mayor valor de Módulo de rotura de 29.64 kg/cm<sup>2</sup>, que equivalente al 77.41%, generando así un mejor comportamiento mecánico en los pavimentos rígidos.

Gráfica 12, se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de siete días, donde se observa que el menor valor lo tiene el diseño de mezcla patrón con un valor de 28.72 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un 72.25% con respecto al valor obtenido a los 28 días, mientras que los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal, con valores de 32.62 kg/cm<sup>2</sup> y 29.67 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, equivalen a 76.79% y 81.19% del valor módulo de rotura a la edad de 28 días, finalmente se hace mención al diseño con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal donde se obtuvo un mayor valor de Módulo de rotura de 29.64 kg/cm<sup>2</sup>, que equivalente al 77.41%, generando así un mejor comportamiento mecánico en los pavimentos rígidos.

**Gráfica 12:** Resistencia a flexión a los 7 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.

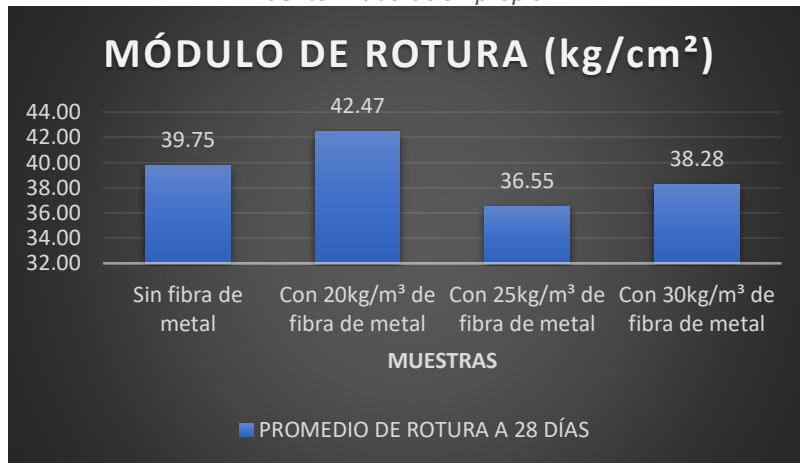
Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 13 se logra observar los resultados de Módulo de rotura de los diseños de mezcla propuestos a un curado de 28 días, donde se observa que el valor del diseño de mezcla patrón con un valor de 39.75 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un 16.91% más con respecto al valor de Módulo de rotura (Mr) para pavimentos en vías locales y colectoras, los valores intermedios se presentan en los diseños con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal, siendo valores aceptables para pavimentos siendo 42.47 kg/cm<sup>2</sup> y 36.55 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, equivalen a 24.92% y 7.49% más del módulo de rotura que se requiere, finalmente se hace mención al diseño con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal donde el valor de módulo de rotura de 38.28 kg/cm<sup>2</sup>, que equivalente al 12.60% más, impactando generalmente un mejor comportamiento mecánico aceptable en los diseños de mezcla en estudio ya que supera el valor recomendado para pavimentos rígidos (34kg/cm<sup>2</sup>).

**Gráfica 13:** Resistencia a flexión a los 28 días del diseño patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

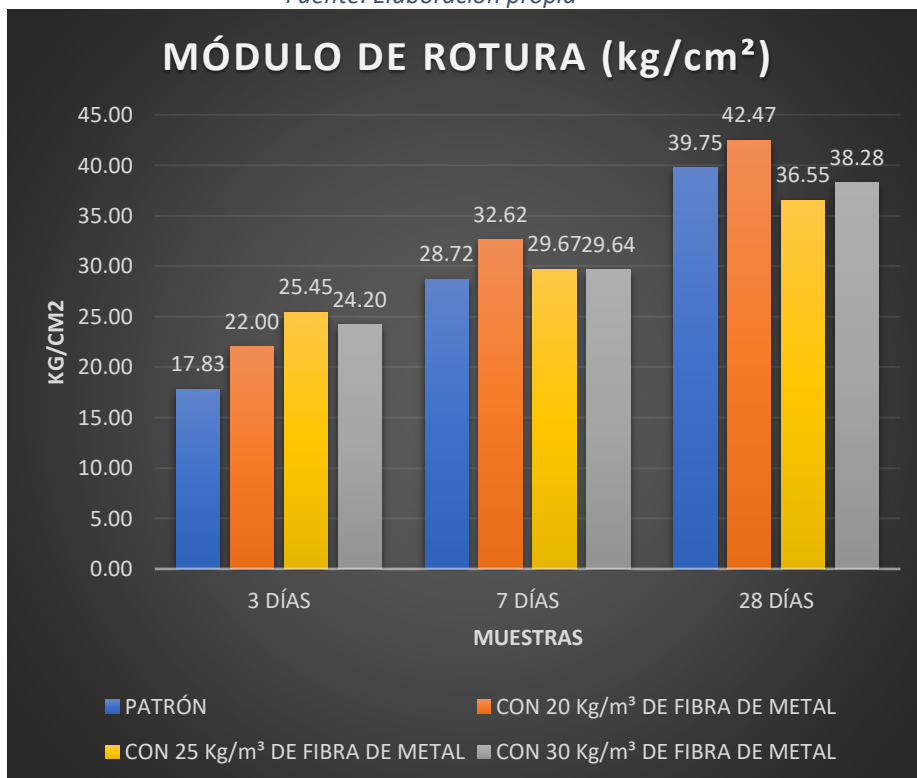


En la Gráfica 14, edad de madurez vs Módulo de rotura, se puede observar que el diseño de mezcla patrón y el diseño de mezcla con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal logra sobrepasar el valor del Módulo de Rotura (34 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días de curado, llegando así a su punto máximo donde la fibra cumple su función máxima.

También se observa que, a mayor dosificación de fibra de metal en los diseños de mezcla, el Módulo de rotura será mayor obteniendo un resultado aceptable para los diseños de mezcla en pavimentos rígidos.

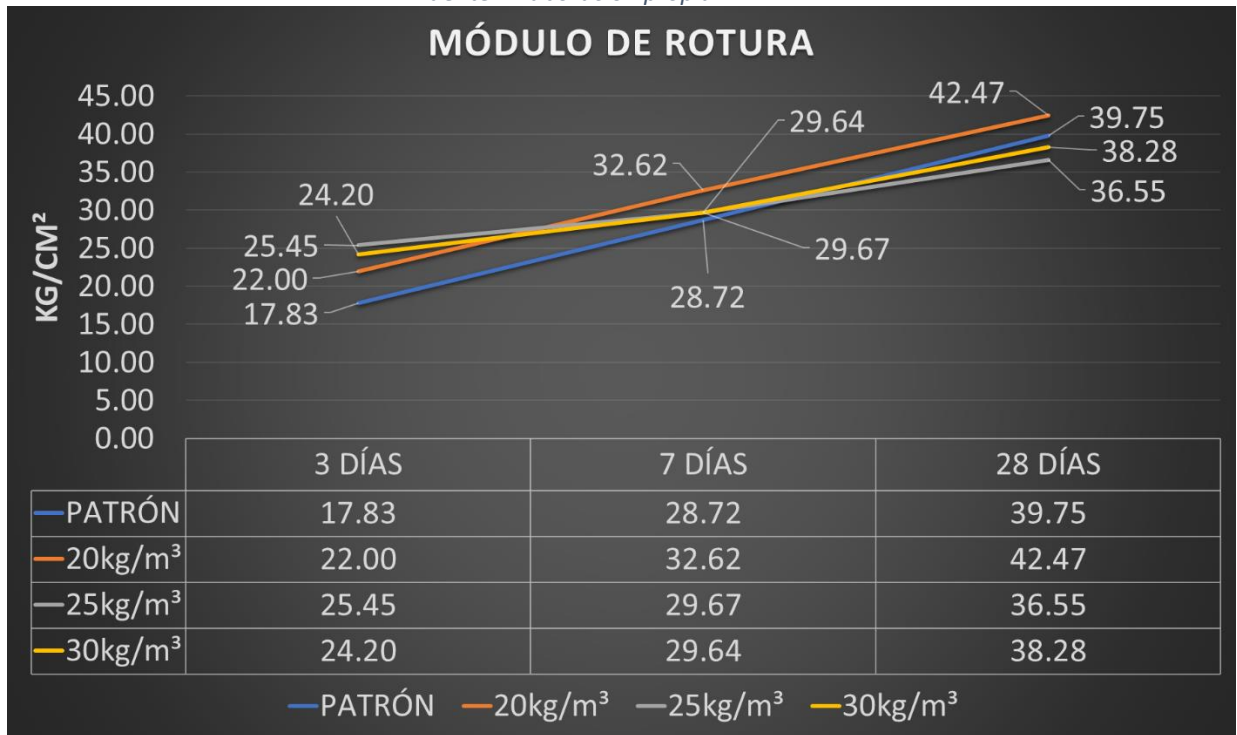
**Gráfica 14:** Resultados promedios del Ensayo de Resistencia a Flexión a los 3, 7 y 28 días con diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 15:** Línea de tendencia de los valores de Módulo de Rotura en las diferentes edades y con diferentes dosificaciones.

Fuente: Elaboración propia



❖ **RESULTADOS PARA EXPLICAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

En la Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57, se puede observar que durante las primeras 6 horas de haber realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla patrón se pudo medir fisuras con un espesor mayor a 0.9 mm y menor a 0.35 mm teniendo un promedio de espesores de 0.622 mm, 0.631 mm y 0.692 mm, con un valor de reducción de grietas (CRR) equivalente a 0.375 mm, 0.444 mm y 0.29mm en la Gráfica 16, Gráfica 17 y Gráfica 18 se ve la variación del tamaño de espesores cada 30 minutos de medición.

**Tabla 55:** Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Patrón (1).

Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |                   |                           | F4 | 11:33:00 | 0.5  |
|---|-----------------|-------------------|---------------------------|----|----------|------|
|   | ID              | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) | F5 | 12:03:00 | 0.8  |
| Sin fibra de metal                                | F6              | 12:33:00          | 0.8                       | F7 | 13:03:00 | 0.45 |
|   | F8              | 13:33:00          | 0.8                       | F9 | 14:03:00 | 0.5  |
|   | F1              | 14:33:00          | 0.8                       | F0 |          |      |
|   | F1              | 15:03:00          | 0.5                       | F1 |          |      |
|   |                 |                   |                           | 1  |          |      |
|   |                 |                   |                           |    |          |      |



|    |          |     |
|----|----------|-----|
| F1 | 15:33:00 | 0.5 |
| 2  |          |     |
| F1 | 16:03:00 | 0.8 |
| 3  |          |     |
| F1 | 16:33:00 | 0.5 |
| 4  |          |     |

|                            |          |       |
|----------------------------|----------|-------|
| F1                         | 17:03:00 | 0.8   |
| 5                          |          |       |
| F1                         | 17:33:00 | 0.8   |
| 6                          |          |       |
| <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |          | 0.622 |
| <b>VALOR DE CRR (mm)</b>   |          | 0.375 |

Gráfica 16: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (1).

Fuente: Elaboración propia



Tabla 56: Tabla de resultados del ensayo

ASTM C 1579-Patrón (2).

Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280<br>kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |                   |                           | F7                         | 12:10:00 | 0.5   |
|--|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------|-------|
|  | ID              | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |                            |          |       |
| Sin fibra de metal                                   | F1              | 09:10:00          | 0.5                       | F8                         | 12:40:00 | 0.5   |
|  | F2              | 09:40:00          | 0.5                       | F9                         | 13:10:00 | 0.75  |
|  | F3              | 10:10:00          | 0.6                       | F10                        | 13:40:00 | 0.8   |
|  | F4              | 10:40:00          | 0.7                       | F11                        | 14:10:00 | 0.9   |
|  | F5              | 11:10:00          | 0.7                       | F12                        | 14:40:00 | 0.5   |
|  | F6              | 11:40:00          | 0.35                      | F13                        | 15:10:00 | 0.5   |
|  |                 |                   |                           | F14                        | 15:40:00 | 0.6   |
|  |                 |                   |                           | F15                        | 16:10:00 | 0.8   |
|  |                 |                   |                           | F16                        | 16:40:00 | 0.9   |
|  |                 |                   |                           | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |          | 0.631 |
|  |                 |                   |                           | <b>VALOR DE CRR (mm)</b>   |          | 0.444 |

Gráfica 17: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (2).

Fuente: Elaboración propia



Tabla 57: Tabla de resultados del ensayo

ASTM C 1579-Patrón (3).

Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280<br>kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |                   |                           | F7                         | 12:10:00 | 0.8          |
|--|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------|--------------|
|  | ID              | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) | F8                         | 12:40:00 | 0.9          |
| Sin fibra de metal                                   | F1              | 09:10:00          | 0.57                      | F9                         | 13:10:00 | 0.6          |
|  | F2              | 09:40:00          | 0.6                       | F10                        | 13:40:00 | 0.9          |
|  | F3              | 10:10:00          | 0.6                       | F11                        | 14:10:00 | 0.6          |
|  | F4              | 10:40:00          | 0.6                       | F12                        | 14:40:00 | 0.6          |
|  | F5              | 11:10:00          | 0.7                       | F13                        | 15:10:00 | 0.6          |
|  | F6              | 11:40:00          | 0.6                       | F14                        | 15:40:00 | 0.8          |
|  |                 |                   |                           | F15                        | 16:10:00 | 0.8          |
|  |                 |                   |                           | F16                        | 16:40:00 | 0.8          |
|  |                 |                   |                           | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |          | <b>0.692</b> |
|  |                 |                   |                           | <b>VALOR DE CRR (mm)</b>   |          | <b>0.29</b>  |

**Gráfica 18:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Sin fibra de metal (3).  
Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 58, Tabla 59 y Tabla 60, se puede observar que durante las primeras 6 horas de realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla con 20 kg/cm<sup>3</sup> de fibra de metal se pudo medir fisuras con un espesor mayor a 0.3 mm y menor a 0.0 mm teniendo un promedio de espesores de 0.087 mm, 0.169 mm y 0.194 mm y un valor de reducción de grietas (CRR) con respecto al diseño de mezcla patrón de equivalente a 0.86 mm, 0.73 mm y 0.72 mm en la Gráfica 19, Gráfica 20, Gráfica 21 se ve la variación de los espesores cada 30 minutos de medición.

**Tabla 58:** Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (1).  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |  |  | ID                         | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |
|---|-----------------|--|--|----------------------------|-------------------|---------------------------|
|   |                 |  |  |                            |                   |                           |
| Con 20kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         |                 |  |  | F7                         | 15:34:00          | 0.1                       |
|   |                 |  |  | F8                         | 16:04:00          | 0.05                      |
|   |                 |  |  | F9                         | 16:34:00          | 0.05                      |
|   |                 |  |  | F10                        | 17:04:00          | 0.1                       |
|   |                 |  |  | F11                        | 17:34:00          | 0.1                       |
|   |                 |  |  | F12                        | 18:04:00          | 0.1                       |
|   |                 |  |  | F13                        | 18:34:00          | 0.15                      |
|   |                 |  |  | F14                        | 19:04:00          | 0.1                       |
|   |                 |  |  | F15                        | 19:34:00          | 0.1                       |
|   |                 |  |  | F16                        | 20:04:00          | 0.2                       |
|   |                 |  |  | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |                   | <b>0.087</b>              |
|   |                 |  |  | <b>CRR (mm)</b>            |                   | <b>0.86</b>               |

**Gráfica 19:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (1).  
Fuente: Elaboración propia



**Tabla 59:** Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (2).  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280<br>kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |                   |                           | F7                         | 13:30:00 | 0.1          |
|--|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------|--------------|
|  | ID              | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |                            |          |              |
| Sin fibra de metal                                   | F1              | 10:30:00          | 0.05                      | F8                         | 14:00:00 | 0.15         |
|  | F2              | 11:00:00          | 0.1                       | F9                         | 14:30:00 | 0.2          |
|  | F3              | 11:30:00          | 0.1                       | F10                        | 15:00:00 | 0.1          |
|  | F4              | 12:00:00          | 0.2                       | F11                        | 15:30:00 | 0.2          |
|  | F5              | 12:30:00          | 0.25                      | F12                        | 16:00:00 | 0.15         |
|  | F6              | 13:00:00          | 0.1                       | F13                        | 16:30:00 | 0.2          |
|  |                 |                   |                           | F14                        | 17:00:00 | 0.2          |
|  |                 |                   |                           | F15                        | 17:30:00 | 0.3          |
|  |                 |                   |                           | F16                        | 18:00:00 | 0.3          |
|  |                 |                   |                           | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |          | <b>0.169</b> |
|  |                 |                   |                           | <b>VALOR DE CRR (mm)</b>   |          | <b>0.73</b>  |

**Gráfica 20:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (2).  
Fuente: Elaboración propia



**Tabla 60:** Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (3).  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |                   |                           | F8                         | 14:00:00 | 0.05  |
|---|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------|-------|
|   | ID              | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |                            |          |       |
| Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1              | 10:30:00          | 0.00                      | F9                         | 14:30:00 | 0.05  |
|   | F2              | 11:00:00          | 0.00                      | F10                        | 15:00:00 | 0.05  |
|   | F3              | 11:30:00          | 0.00                      | F11                        | 15:30:00 | 0.05  |
|   | F4              | 12:00:00          | 0.00                      | F12                        | 16:00:00 | 0.07  |
|   | F5              | 12:30:00          | 0.00                      | F13                        | 16:30:00 | 0.05  |
|   | F6              | 13:00:00          | 0.00                      | F14                        | 17:00:00 | 0.07  |
|   | F7              | 13:30:00          | 0.05                      | F15                        | 17:30:00 | 0.07  |
|   |                 |                   |                           | F16                        | 18:00:00 | 0.07  |
|   |                 |                   |                           | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |          | 0.194 |
|   |                 |                   |                           | <b>CRR (mm)</b>            |          | 0.72  |

**Gráfica 21:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (3).  
Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 61, Tabla 62 y Tabla 63, se puede observar que durante las primeras 6 horas de realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla con 25 kg/cm<sup>3</sup> de fibra de metal se pudo medir fisuras con un espesor mayor a 0.00 mm y menor a 0.15 mm teniendo un promedio de espesores de 0.07mm, 0.06 mm y 0.03mm y un valor de reducción de grietas (CRR) con respecto al diseño de mezcla patrón de equivalente a 0.88 mm, 0.91mm y 0.96 mm, en la Gráfica 21 se ve la variación del tamaño de espesores cada 30 minutos de medición.

**Tabla 61:** Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (1).  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm)            |                   |                           | F7  | 15:04:00 | 0.1  |      |
|---|----------------------------|-------------------|---------------------------|-----|----------|------|------|
|   | ID                         | HORA DE APARICIÓN | ESPEJOR DE LA FISURA (mm) | F8  | 15:34:00 | 0.1  |      |
| Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1                         | 12:04:00          | 0.00                      | F9  | 16:04:00 | 0.15 |      |
|   | F2                         | 12:34:00          | 0.00                      | F10 | 16:34:00 | 0.05 |      |
|   | F3                         | 13:04:00          | 0.00                      | F11 | 17:04:00 | 0.05 |      |
|   | F4                         | 13:34:00          | 0.05                      | F12 | 17:34:00 | 0.1  |      |
|   | F5                         | 14:04:00          | 0.05                      | F13 | 18:04:00 | 0.1  |      |
|   | F6                         | 14:34:00          | 0.05                      | F14 | 18:34:00 | 0.05 |      |
|   |                            |                   |                           | F15 | 19:04:00 | 0.1  |      |
|   |                            |                   |                           | F16 | 19:34:00 | 0.2  |      |
|   | <b>PROMEDIO DE ESPEJOR</b> |                   |                           |     |          |      | 0.07 |
|   | <b>CRR (mm)</b>            |                   |                           |     |          |      | 0.88 |

**Gráfica 22:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (1).  
Fuente: Elaboración propia

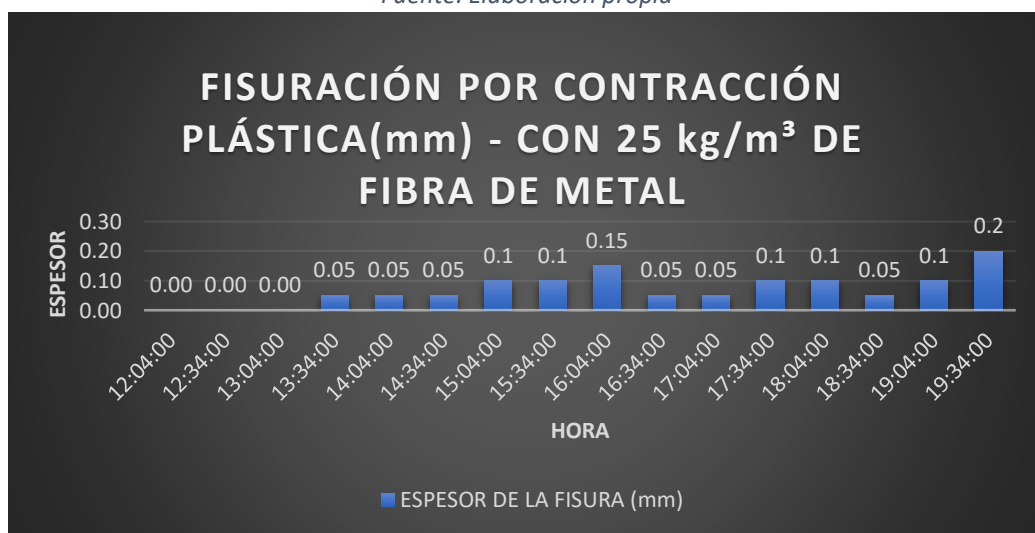


Tabla 62: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (2).

Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm)            |                   |                           | F8  | 15:30:00 | 0.05 |      |
|---|----------------------------|-------------------|---------------------------|-----|----------|------|------|
|   | ID                         | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) | F9  | 16:00:00 | 0.05 |      |
| Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1                         | 12:00:00          | 0.00                      | F10 | 16:30:00 | 0.05 |      |
|   | F2                         | 12:30:00          | 0.00                      | F11 | 17:00:00 | 0.1  |      |
|   | F3                         | 13:00:00          | 0.00                      | F12 | 17:30:00 | 0.1  |      |
|   | F4                         | 13:30:00          | 0.00                      | F13 | 18:00:00 | 0.1  |      |
|   | F5                         | 14:00:00          | 0.05                      | F14 | 18:30:00 | 0.1  |      |
|   | F6                         | 14:30:00          | 0.05                      | F15 | 19:00:00 | 0.1  |      |
|   | F7                         | 15:00:00          | 0.05                      | F16 | 19:30:00 | 0.1  |      |
|   | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |                   |                           |     |          |      | 0.06 |
|   | <b>CRR (mm)</b>            |                   |                           |     |          |      | 0.91 |

Gráfica 23: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (2).

Fuente: Elaboración propia



Tabla 63: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (3).

Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm)            |                   |                           | F7  | 15:00:00 | 0.00 |      |
|---|----------------------------|-------------------|---------------------------|-----|----------|------|------|
|   | ID                         | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) | F8  | 15:30:00 | 0.00 |      |
| Con 25kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1                         | 12:00:00          | 0.00                      | F9  | 16:00:00 | 0.00 |      |
|   | F2                         | 12:30:00          | 0.00                      | F10 | 16:30:00 | 0.03 |      |
|   | F3                         | 13:00:00          | 0.00                      | F11 | 17:00:00 | 0.03 |      |
|   | F4                         | 13:30:00          | 0.00                      | F12 | 17:30:00 | 0.05 |      |
|   | F5                         | 14:00:00          | 0.00                      | F13 | 18:00:00 | 0.05 |      |
|   | F6                         | 14:30:00          | 0.00                      | F14 | 18:30:00 | 0.07 |      |
|   |                            |                   |                           | F15 | 19:00:00 | 0.1  |      |
|   |                            |                   |                           | F16 | 19:30:00 | 0.1  |      |
|   | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |                   |                           |     |          |      | 0.03 |
|   | <b>CRR (mm)</b>            |                   |                           |     |          |      | 0.96 |

Gráfica 24: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (3).  
Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 64, Tabla 65 y Tabla 66, se puede observar que durante las primeras 6 horas de realizado el ensayo de retracción plástica (NORMA ASTM C 1579) desde el inicio del vaciado del concreto del diseño de mezcla con 30 kg/cm<sup>3</sup> de fibra de metal se encontraron espesores mínimos de fisuras en toda la cara superior de la losa teniendo un promedio de espesores de 0.06 mm, 0.11 mm y 0.01 mm, con un valor de reducción de grietas (CRR) con respecto al diseño de mezcla patrón de equivalente a 0.905 mm, 0.822 mm y 0.991 mm como se muestra en la Gráfica 25, Gráfica 26 y Gráfica 27 se ve la variación del tamaño de espesores cada 30 minutos de medición.

Tabla 64: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (1).  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm) |                   |                           |
|---|-----------------|-------------------|---------------------------|
|   | ID              | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |
| Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1              | 10:05:00          | 0.00                      |
|   | F2              | 10:35:00          | 0.00                      |
|   | F3              | 11:05:00          | 0.00                      |
|   | F4              | 11:35:00          | 0.00                      |
|   | F5              | 12:05:00          | 0.05                      |
|   | F6              | 12:35:00          | 0.05                      |
|   | F7              | 13:05:00          | 0.05                      |
|   | F8              | 13:35:00          | 0.05                      |
|   | F9              | 14:05:00          | 0.05                      |
|   | F10             | 14:35:00          | 0.10                      |
|   | F11             | 15:05:00          | 0.10                      |
|   | F12             | 15:35:00          | 0.10                      |
|   | F13             | 16:05:00          | 0.10                      |
|   | F14             | 16:35:00          | 0.10                      |
|   | F15             | 17:05:00          | 0.10                      |
|   | F16             | 17:35:00          | 0.10                      |
| <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b>                        |                 |                   | 0.06                      |
| <b>CRR (mm)</b>                                   |                 |                   | 0.905                     |



**Gráfica 25:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (1).  
Fuente: Elaboración propia



**Tabla 65:** Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (2).  
Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm)            |                   |                           | F7  | 13:05:00 | 0.10 |       |
|---|----------------------------|-------------------|---------------------------|-----|----------|------|-------|
|   | ID                         | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |     |          |      |       |
| Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1                         | 10:05:00          | 0.00                      | F8  | 13:35:00 | 0.10 |       |
|   | F2                         | 10:35:00          | 0.00                      | F9  | 14:05:00 | 0.15 |       |
|   | F3                         | 11:05:00          | 0.00                      | F10 | 14:35:00 | 0.15 |       |
|   | F4                         | 11:35:00          | 0.05                      | F11 | 15:05:00 | 0.15 |       |
|   | F5                         | 12:05:00          | 0.05                      | F12 | 15:35:00 | 0.15 |       |
|   | F6                         | 12:35:00          | 0.10                      | F13 | 16:05:00 | 0.20 |       |
|   |                            |                   |                           | F14 | 16:35:00 | 0.20 |       |
|   |                            |                   |                           | F15 | 17:05:00 | 0.20 |       |
|   |                            |                   |                           | F16 | 17:35:00 | 0.20 |       |
|   | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |                   |                           |     |          |      | 0.11  |
|   | <b>CRR (mm)</b>            |                   |                           |     |          |      | 0.822 |

**Gráfica 26:** Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (2).  
Fuente: Elaboración propia



Tabla 66: Tabla de resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (3).

Fuente: Elaboración propia

| Muestra de concreto<br>f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> | FISURACIÓN (mm)            |                   |                           | F7  | 13:05:00 | 0.00 |       |
|---|----------------------------|-------------------|---------------------------|-----|----------|------|-------|
|   | ID                         | HORA DE APARICIÓN | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |     |          |      |       |
| Con 30kg/m <sup>3</sup> de fibra de metal         | F1                         | 10:05:00          | 0.00                      | F8  | 13:35:00 | 0.00 |       |
|   | F2                         | 10:35:00          | 0.00                      | F9  | 14:05:00 | 0.00 |       |
|   | F3                         | 11:05:00          | 0.00                      | F10 | 14:35:00 | 0.00 |       |
|   | F4                         | 11:35:00          | 0.00                      | F11 | 15:05:00 | 0.00 |       |
|   | F5                         | 12:05:00          | 0.00                      | F12 | 15:35:00 | 0.00 |       |
|   | F6                         | 12:35:00          | 0.00                      | F13 | 16:05:00 | 0.00 |       |
|   |                            |                   |                           | F14 | 16:35:00 | 0.00 |       |
|   |                            |                   |                           | F15 | 17:05:00 | 0.05 |       |
|   |                            |                   |                           | F16 | 17:35:00 | 0.05 |       |
|   | <b>PROMEDIO DE ESPESOR</b> |                   |                           |     |          |      | 0.01  |
|   | <b>CRR (mm)</b>            |                   |                           |     |          |      | 0.991 |

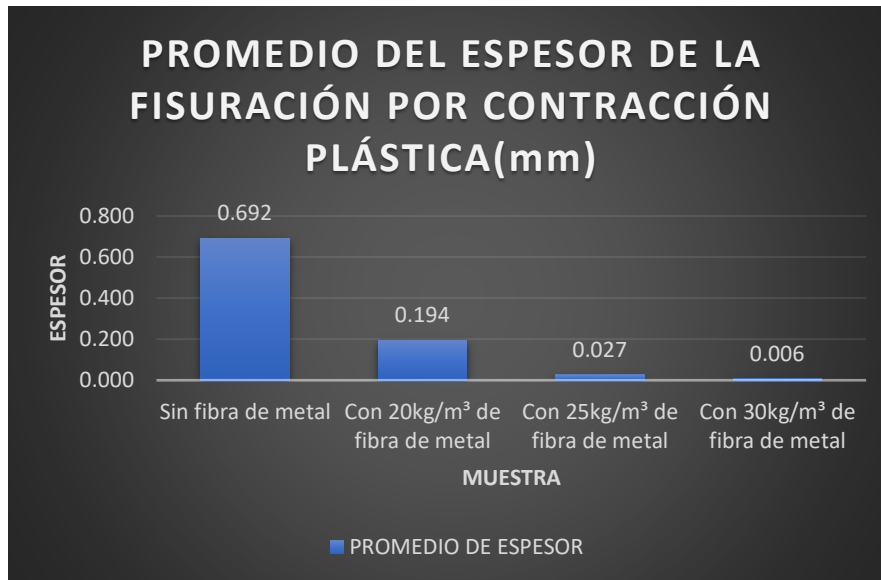
Gráfica 27: Resultados del ensayo ASTM C 1579-Con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal (3).

Fuente: Elaboración propia



En la Gráfica 28, se puede observar que a mayor cantidad de fibra de metal por metro cúbico el promedio de espesores de las fisuras disminuye en comparación con el concreto de diseño de mezcla patrón, como también en la Gráfica 29 se muestra el valor de reducción de grietas tiene una curva ascendente ya que a mayor fibra de metal las fisuras por retracción plástica disminuyen en longitud como en espesor.

**Gráfica 28:** Promedio general del ensayo.  
Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 29:** Comparación de la relación de reducción de fisuras (CRR).  
Fuente: Elaboración propia



❖ **RESULTADOS PARA EXPLICAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

**Comparación del análisis de precios unitarios**

En la Tabla 67, se muestra la diferencia de los costos de los diseños realizados en función al diseño patrón.

**Tabla 67:** Comparación de precios unitarios s/c fibra de metal.

Fuente: Elaboración propia

| TIPO DE CONCRETO  | DOSIFICACIÓN        | P.U (S/.)  | INCREMENTO (S/.) | INCREMENTO (%) |
|---|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Concreto patrón<br>f'c=280kg/m <sup>3</sup>   | -----               | S/. 308.67 | S/. -            | 0.00%          |
| Concreto f'c=280<br>kg/m <sup>3</sup> , con fibra de<br>metal 20kg/m <sup>3</sup> . | 20kg/m <sup>3</sup> | S/. 443.73 | S/. 135.06       | 43.756%        |
| Concreto f'c=280<br>kg/m <sup>3</sup> , con fibra de<br>metal 25kg/m <sup>3</sup>   | 25kg/m <sup>3</sup> | S/. 478.67 | S/. 170.00       | 55.075%        |
| Concreto f'c=280<br>kg/m <sup>3</sup> , con fibra de<br>metal 30kg/m <sup>3</sup>   | 30kg/m <sup>3</sup> | S/. 512.67 | S/. 204.00       | 66.091%        |

Con respecto a la Tabla 67, se interpreta que el costo unitario del diseño convencional es de S/. 308.67 el m<sup>3</sup> considerándolo como nuestro costo base, el diseño de mezcla con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal tiene un costo unitario de S/. 443.73 incrementándose el porcentaje de costo unitario en un 43.756% con respecto al costo base, el diseño de mezcla con adición de 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal tiene un costo unitario de S/. 478.67 aumentando el porcentaje de costo unitario con respecto al costo base en un 55.075% y el diseño de mezcla con adición de 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal tiene un costo unitario de S/. 512.67 acentuando el porcentaje de costo con respecto al diseño patrón en un 66.091%. De esto se deduce que a mayor cantidad de fibra de metal en el concreto es más costoso con respecto al diseño de mezcla convencional.

En la Tabla 68, se muestra las diferencias de costos en función al concreto patrón con rehabilitación.

**Tabla 68:** Comparación de precios unitarios con respecto a la rehabilitación.

Fuente: Elaboración propia

| TIPO DE CONCRETO   | PRECIO UNITARIO (S/.) | INCREMENTO (S/.) |
|--|-----------------------|------------------|
| CONCRETO PATRÓN  | S/. 308.67            |                  |
| REHABILITACIÓN   | S/. 295.14            |                  |
| CONCRETO PATRÓN + REHABILITACIÓN   | S/. 603.81            | S/. -            |
| CONCRETO FIBROREFORZADO CON 20kg/m <sup>3</sup> DE FIBRA DE METAL WIRAND FF3 | S/. 443.73            | S/. 160.08       |

|  |            |            |
|--|------------|------------|
| <b>CONCRETO FIBROREFORZADO CON 25kg/m<sup>3</sup> DE FIBRA DE METAL WIRAND FF3</b> | S/. 478.67 | S/. 125.14 |
| <b>CONCRETO FIBROREFORZADO CON 30kg/m<sup>3</sup> DE FIBRA DE METAL WIRAND FF3</b> | S/. 512.67 | S/. 91.14  |

De la Tabla 68, se interpreta que el costo total del colocado del pavimento rígido por m<sup>2</sup> más la rehabilitación de esta misma después de haber cumplido su vida útil será de S/. 603.81, siendo mayor la inversión a comparación de los concretos fibro-reforzado en estudio con incrementos de S/. 160.08, S/. 125.14 y S/. 91.14 respectivamente.

#### **4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

La prueba de hipótesis se realizará por la prueba de normalidad, lo cual se determina en base al valor de sig, si dicho valor es menor a 0.05 las probetas, vigas y paneles ensayadas por resistencia a la compresión, flexión y medición de espesores respectivamente no señalan una distribución normal, lo cual indica que la prueba para probar la hipótesis debe concretarse con una prueba no paramétrica.

En el caso que en la prueba de normalidad se determina que el valor de sig es mayor 0.05 en las probetas, vigas y paneles por resistencia a la compresión, flexión y medición de espesores de fisura señalan una distribución normal lo cual indica que la prueba para probar la hipótesis debe concretarse con una prueba paramétrica.

La prueba de hipótesis plantea dos hipótesis donde se tiene que eliminar una de basándonos al análisis estadístico de las variables analizadas.

**Si:**  
**Sig < 0.05 , se rechaza la hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)**

#### **HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N° 1.a**

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): Las variables no se encuentran asociadas, es decir la variable independiente fibra metálica no tiene influencia en la variable dependiente resistencia a la compresión.

Hipótesis alterna (H1): Las variables se encuentran asociadas, es decir la variable independiente tiene influencia en la variable dependiente resistencia a la comprensión.

- **ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS PATRÓN Y CON DOSIFICACIONES DE 20, 25 Y 30 Kg/m<sup>3</sup>.** (Ver Tabla 69, Tabla 70, Gráfica 30, Gráfica 31, Gráfica 32, Gráfica 33, Gráfica 34, Gráfica 35, Gráfica 36, Gráfica 37, Gráfica 38, Gráfica 39, Gráfica 40, Gráfica 41)

*Tabla 69: Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a la comprensión*

| Descriptivos   |  |                    |               |         |
|--|--|--------------------|---------------|---------|
|  |  | Estadístico        | Error<br>típ. |         |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br/>TESTIGOS PATRON</b> | Media  | 301.7500           | .90558        |         |
|  | Intervalo de<br>confianza para la<br>media al 95%  | Límite<br>inferior | 299.7568      |         |
|  |  | Límite<br>superior | 303.7432      |         |
|  | Media recortada al 5%  | 301.7222           |               |         |
|  | Mediana  | 302.0000           |               |         |
|  | Varianza   | 9.841              |               |         |
|  | Desv. típ.   | 3.13702            |               |         |
|  | Mínimo   | 297.00             |               |         |
|  | Máximo   | 307.00             |               |         |
|  | Rango  | 10.00              |               |         |
|  | Amplitud intercuartil  | 5.25               |               |         |
|  | Asimetría  | .235               | .637          |         |
|  | Curtosis   | -.807              | 1.232         |         |
|  | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE<br/>TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE<br/>20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Media              | 308.0000      | 1.08711 |
| Intervalo de<br>confianza para la<br>media al 95%      |  | Límite<br>inferior | 305.6073      |         |
|  |  | Límite<br>superior | 310.3927      |         |
| Media recortada al 5%                                  |  | 307.8889           |               |         |
| Mediana  |  | 307.0000           |               |         |
| Varianza   |  | 14.182             |               |         |
| Desv. típ.   |  | 3.76588            |               |         |
| Mínimo   |  | 303.00             |               |         |
| Máximo   |  | 315.00             |               |         |
| Rango  |  | 12.00              |               |         |

|  |  |   |                 |          |        |
|--|--|---|-----------------|----------|--------|
|  | Amplitud intercuartil  |   | 5.50            |          |        |
|  | Asimetría  |   | .748            | .637     |        |
|  | Curtosis   |   | -.367           | 1.232    |        |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Media  |   | 316.8333        | 1.24823  |        |
|  | Intervalo de confianza para la media al 95%  | Límite inferior                             | 314.0860        |          |        |
|  |  | Límite superior                             | 319.5807        |          |        |
|  | Media recortada al 5%  |   | 316.8148        |          |        |
|  | Mediana  |   | 317.0000        |          |        |
|  | Varianza   |   | 18.697          |          |        |
|  | Desv. típ.   |   | 4.32400         |          |        |
|  | Mínimo   |   | 310.00          |          |        |
|  | Máximo   |   | 324.00          |          |        |
|  | Rango  |   | 14.00           |          |        |
|  | Amplitud intercuartil  |   | 7.00            |          |        |
|  | Asimetría  |   | -.107           | .637     |        |
|  | Curtosis   |   | -.702           | 1.232    |        |
|  | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Media                                       |                 | 325.4167 | .97280 |
|  |  | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 323.2755 |        |
|  |  |   | Límite superior | 327.5578 |        |
| Media recortada al 5%  |  |   | 325.4074        |          |        |
| Mediana  |  |   | 325.0000        |          |        |
| Varianza   |  |   | 11.356          |          |        |
| Desv. típ.   |  |   | 3.36988         |          |        |
| Mínimo   |  |   | 320.00          |          |        |
| Máximo   |  |   | 331.00          |          |        |
| Rango  |  |   | 11.00           |          |        |
| Amplitud intercuartil  |  |   | 4.75            |          |        |
| Asimetría  |  |   | .114            | .637     |        |
| Curtosis   |  |   | -.629           | 1.232    |        |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Tabla 70:** Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad por Shapiro -Wilk

|  | <b>Pruebas de normalidad</b> |    |       |              |    |      |
|--|------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnova          |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|  | Estadístico                  | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN</b> | .135                         | 12 | .200* | .962         | 12 | .809 |

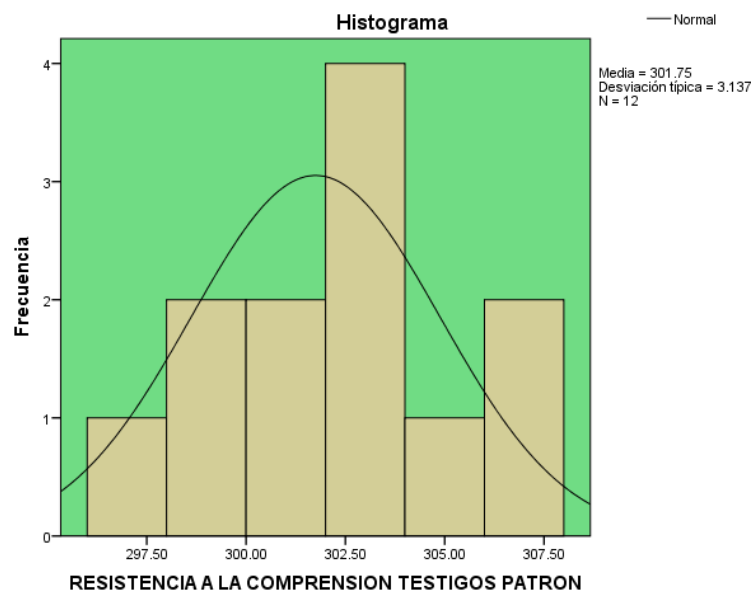
|  |      |    |       |      |    |      |
|--|------|----|-------|------|----|------|
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br/>DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN<br/>DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | .202 | 12 | .188  | .914 | 12 | .242 |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br/>DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN<br/>DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | .118 | 12 | .200* | .968 | 12 | .891 |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br/>DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN<br/>DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | .133 | 12 | .200* | .970 | 12 | .911 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

**a. Corrección de la significación de Lilliefors**

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

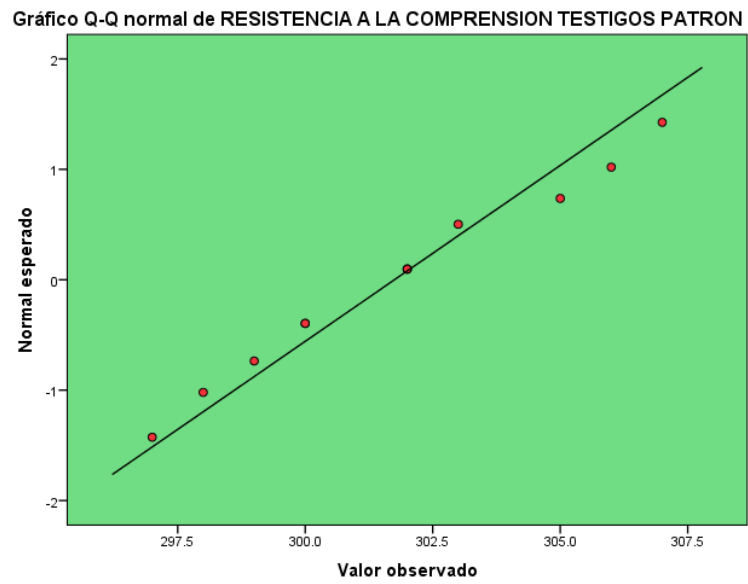
**Gráfica 30:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

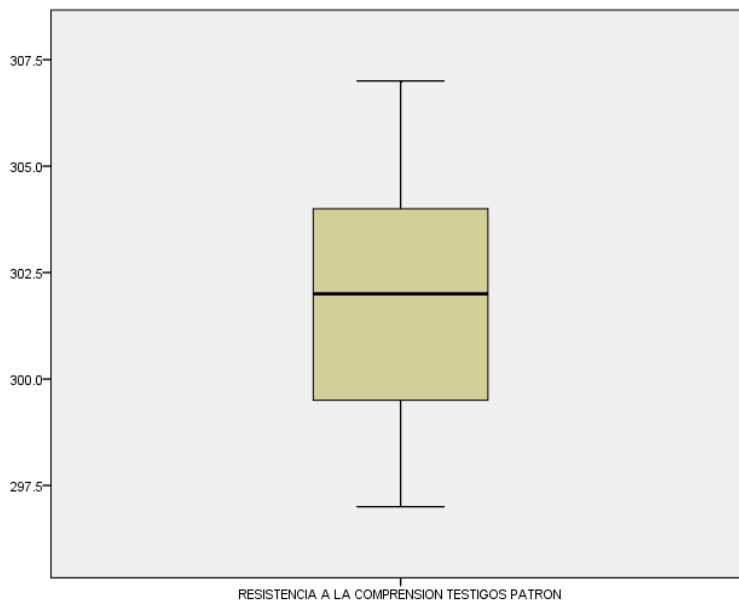


**Gráfica 31:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo patrón



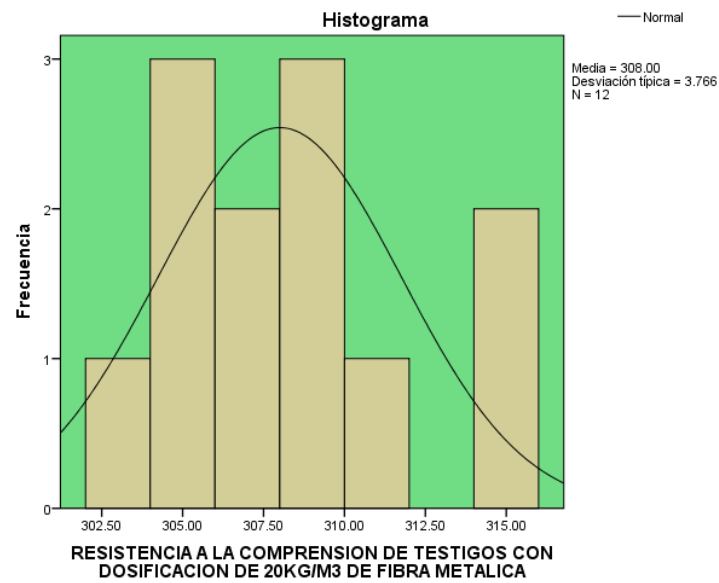
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 32:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo patrón



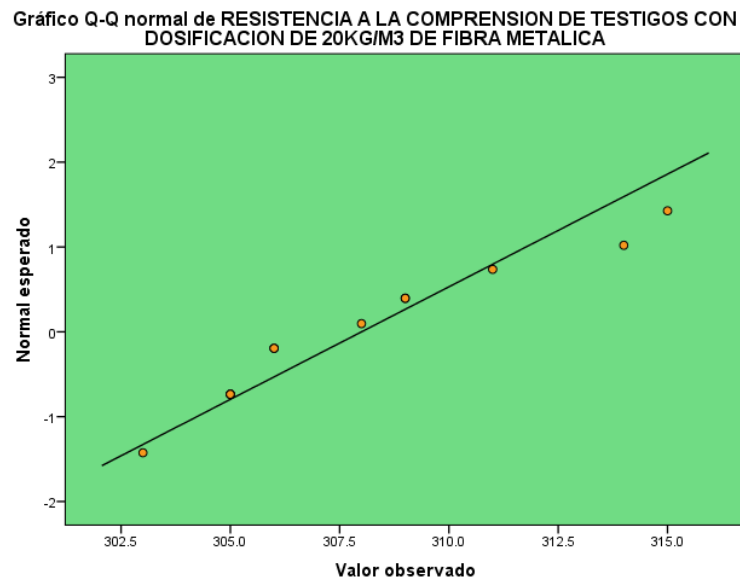
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 33:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



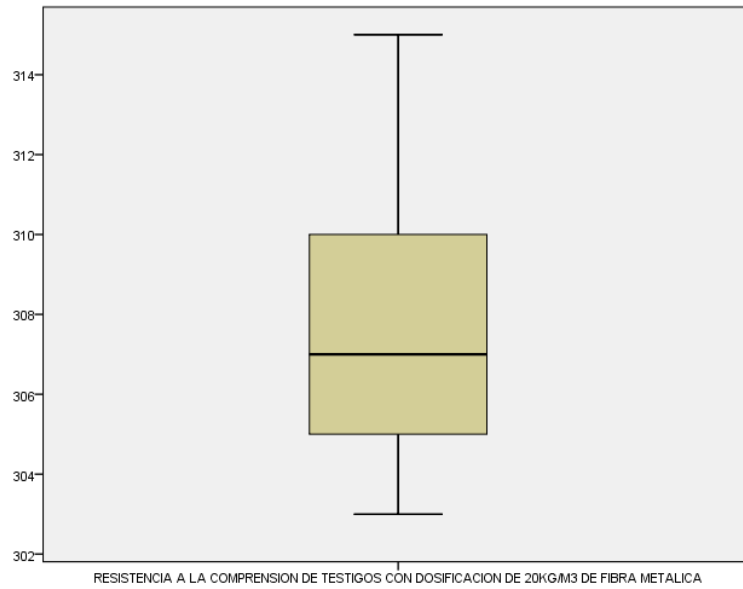
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 34:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



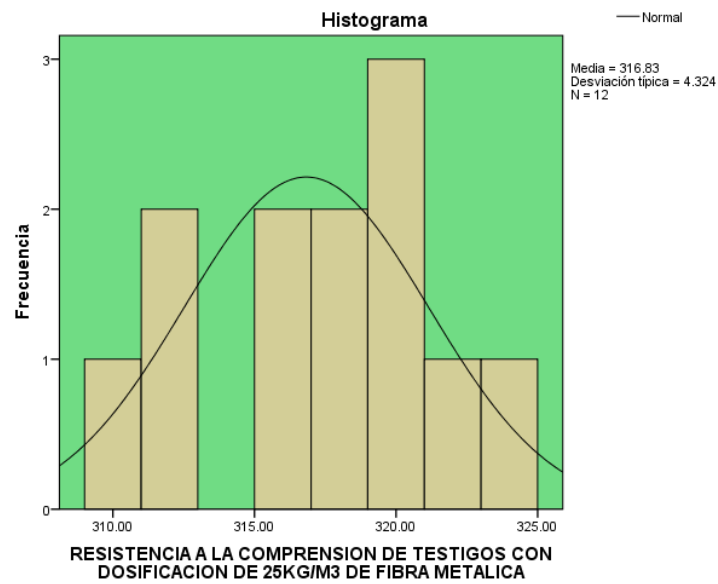
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 35:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



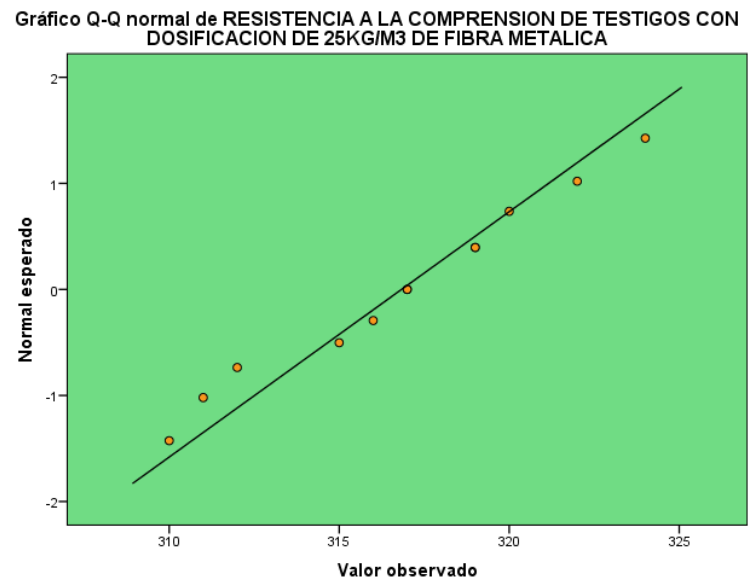
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 36:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



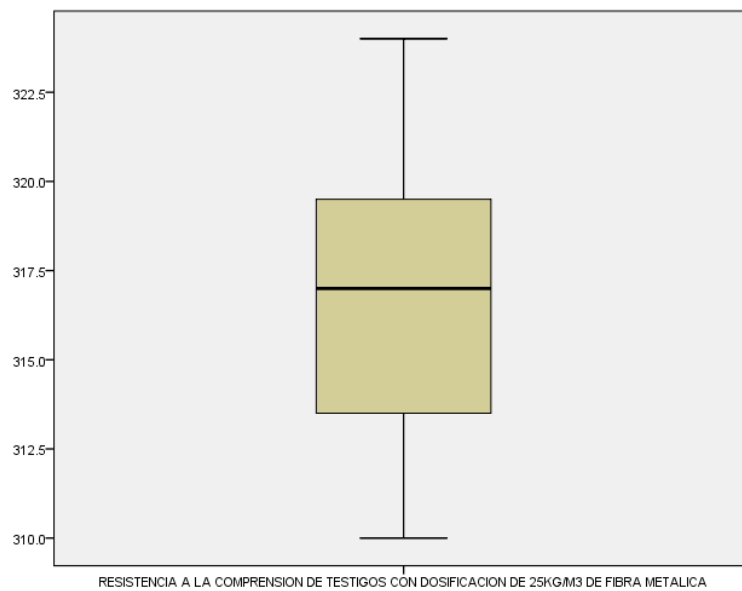
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 37:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



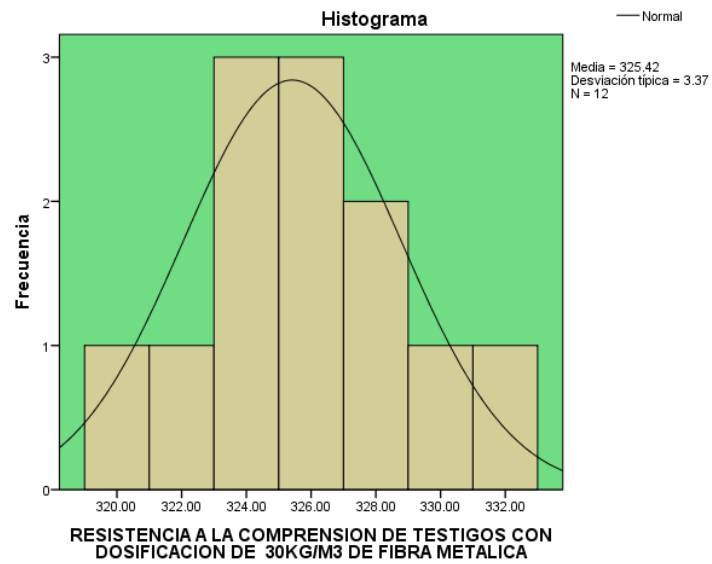
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 38:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



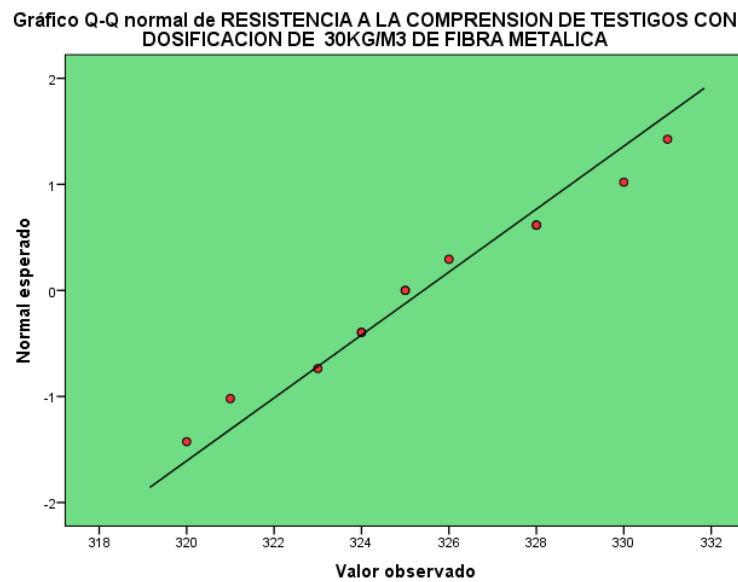
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 39:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la compresión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



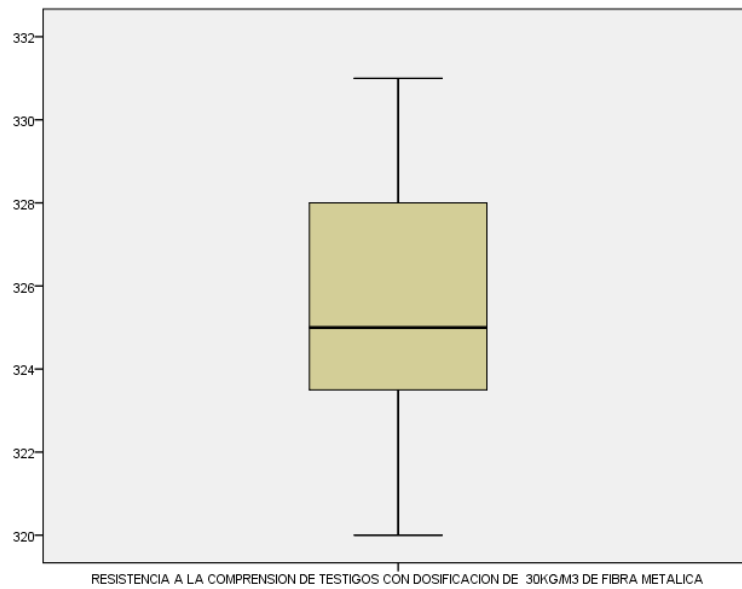
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 40:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 41:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la compresión de testigo con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

### **PRUEBA DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICA- ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H<sub>0</sub>, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica 20 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la compresión, lo que se observa en la Tabla 71.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.708 indica que existe una correlación fuerte directamente con la resistencia a la compresión y la dosis de fibra metálica.

**Tabla 71:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| Correlaciones  |                           | RESISTENCIA A<br>LA<br>COMPRESIÓN<br>TESTIGOS<br>PATRÓN | RESISTENCIA A<br>LA<br>COMPRESIÓN<br>DE TESTIGOS<br>CON<br>DOSIFICACIÓN<br>DE 20KG/M3 DE<br>FIBRA<br>METÁLICA |
|--|---------------------------|---|---|
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br/>TESTIGOS PATRÓN</b> | Correlación<br>de Pearson | 1   | <b>.708**</b>   |

|  |                        |        |             |
|--|------------------------|--------|-------------|
|  | Sig.<br>(bilateral)    |        | <b>.010</b> |
|  | N                      | 12     | 12          |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Correlación de Pearson | .708** | 1           |
|  | Sig.<br>(bilateral)    | .010   |             |
|  | N                      | 12     | 12          |

**\*\*.** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21*

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica de 25 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la compresión, lo que se observa en la Tabla 72.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.727 indica que existe una correlación fuerte directamente con la resistencia a la compresión y la dosis de fibra metálica.

**Tabla 72:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| Correlaciones  |                        |   |   |
|--|------------------------|---|---|
|  |                        | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS PATRÓN</b>   | Correlación de Pearson | 1   | <b>.727**</b>   |
|  | Sig.<br>(bilateral)    |   | <b>.007</b>   |
|  | N                      | 12  | 12  |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Correlación de Pearson | .727**                                      | 1   |
|  | Sig.<br>(bilateral)    | .007  |   |
|  | N                      | 12  | 12  |

**\*\*.** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica de 30 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la compresión, lo que se observa en la Tabla 73.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.748 indica que existe una correlación fuerte directamente con la resistencia a la compresión y la dosis de fibra metálica.

**Tabla 73:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| Correlaciones  |                           |   |   |
|--|---------------------------|---|---|
|  |                           | RESISTENCIA A<br>LA<br>COMPRESIÓN<br>TESTIGOS<br>PATRÓN | RESISTENCIA A<br>LA<br>COMPRESIÓN<br>DE TESTIGOS<br>CON<br>DOSIFICACIÓN<br>DE 30KG/M3 DE<br>FIBRA<br>METÁLICA |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN<br/>TESTIGOS PATRÓN</b>   | Correlación<br>de Pearson | 1   | .748**  |
|  | Sig.<br>(bilateral)       |   | .004  |
|  | N                         | 12  | 12  |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE<br/>TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE<br/>30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Correlación<br>de Pearson | .748**  | 1   |
|  | Sig.<br>(bilateral)       | .004  |   |
|  | N                         | 12  | 12  |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21



## **HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N° 1.b**

Hipótesis nula (H0): Las variables no se encuentran relacionadas, lo que indica que la variable independiente fibra metálica no influye en la variable dependiente resistencia a flexión.

Hipótesis alterna (H1): Las variables se encuentran relacionadas, lo que indica que la variable independiente tiene influencia en la variable dependiente resistencia a flexión.

- **ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LOS TESTIGOS PATRÓN Y CON DOSIFICACIONES DE 20, 25 Y 30 Kg/m<sup>3</sup>.**  
(Ver Tabla 74, Tabla 75, Gráfica 42, Gráfica 43, Gráfica 44, Gráfica 45, Gráfica 46, Gráfica 47, Gráfica 48, Gráfica 49, Gráfica 50, Gráfica 51, Gráfica 52, Gráfica 53)

*Tabla 74: Estadísticos descriptivos - Análisis de la resistencia a flexión*

| Descriptivos  |   |                 |            |  |
|---|---|-----------------|------------|--|
|   |   | Estadístico     | Error típ. |  |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN TESTIGOS PATRÓN</b>   | Media                                       | 39.7778         | 1.02439    |  |
|   | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 37.4155    |  |
|   |   | Límite superior | 42.1400    |  |
|   | Media recortada al 5%                       | 39.7531         |            |  |
|   | Mediana                                     | 40.0000         |            |  |
|   | Varianza                                    | 9.444           |            |  |
|   | Desv. típ.                                  | 3.07318         |            |  |
|   | Mínimo                                      | 35.00           |            |  |
|   | Máximo                                      | 45.00           |            |  |
|   | Rango                                       | 10.00           |            |  |
|   | Amplitud intercuartil                       | 4.50            |            |  |
| Asimetría   | -0.064                                      | .717            |            |  |
| Curtosis  | -0.045                                      | 1.400           |            |  |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 20KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Media                                       | 42.6667         | 1.08012    |  |
|   | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 40.1759    |  |
|   |   | Límite superior | 45.1574    |  |
|   | Media recortada al 5%                       | 42.7407         |            |  |

|   |                 |  |         |        |
|---|-----------------|--|---------|--------|
| Mediana   |                 |  | 44.0000 |        |
| Varianza  |                 |  | 10.500  |        |
| Desv. típ.  |                 |  | 3.24037 |        |
| Mínimo  |                 |  | 38.00   |        |
| Máximo  |                 |  | 46.00   |        |
| Rango   |                 |  | 8.00    |        |
| Amplitud intercuartil   |                 |  | 6.50    |        |
| Asimetría   |                 |  | -.466   | .717   |
| Curtosis  |                 |  | -1.789  | 1.400  |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 25KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> |                 |  |         |        |
| Media   |                 |  | 35.3333 | .44096 |
| Intervalo de confianza para la media al 95%   | Límite inferior |  | 34.3165 |        |
|   | Límite superior |  | 36.3502 |        |
| Media recortada al 5%   |                 |  | 35.3704 |        |
| Mediana   |                 |  | 35.0000 |        |
| Varianza  |                 |  | 1.750   |        |
| Desv. típ.  |                 |  | 1.32288 |        |
| Mínimo  |                 |  | 33.00   |        |
| Máximo  |                 |  | 37.00   |        |
| Rango   |                 |  | 4.00    |        |
| Amplitud intercuartil   |                 |  | 2.00    |        |
| Asimetría   |                 |  | -.370   | .717   |
| Curtosis  |                 |  | -.315   | 1.400  |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS CON DOSIFICACIÓN DE 30KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> |                 |  |         |        |
| Media   |                 |  | 38.2222 | .52116 |
| Intervalo de confianza para la media al 95%   | Límite inferior |  | 37.0204 |        |
|   | Límite superior |  | 39.4240 |        |
| Media recortada al 5%   |                 |  | 38.1914 |        |
| Mediana   |                 |  | 38.0000 |        |
| Varianza  |                 |  | 2.444   |        |
| Desv. típ.  |                 |  | 1.56347 |        |
| Mínimo  |                 |  | 36.00   |        |
| Máximo  |                 |  | 41.00   |        |
| Rango   |                 |  | 5.00    |        |
| Amplitud intercuartil   |                 |  | 2.50    |        |
| Asimetría   |                 |  | .541    | .717   |
| Curtosis  |                 |  | -.145   | 1.400  |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

*Tabla 75: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk flexión*

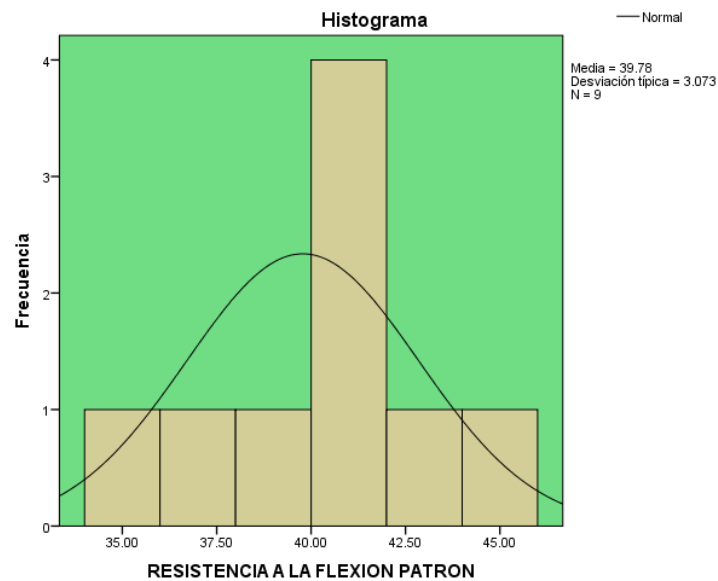
|   | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN</b>  | .195                            | 9  | .200* | .961         | 9  | .811 |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 20 KG/M3</b> | .215                            | 9  | .200* | .851         | 9  | .076 |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 25 KG/M3</b> | .178                            | 9  | .200* | .936         | 9  | .545 |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 30 KG/M3</b> | .223                            | 9  | .200* | .951         | 9  | .701 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

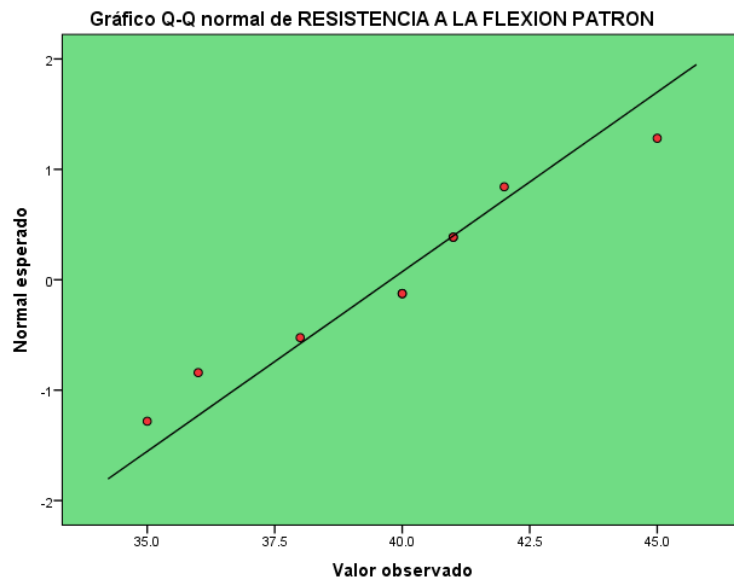
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

*Gráfica 42: Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto patrón*



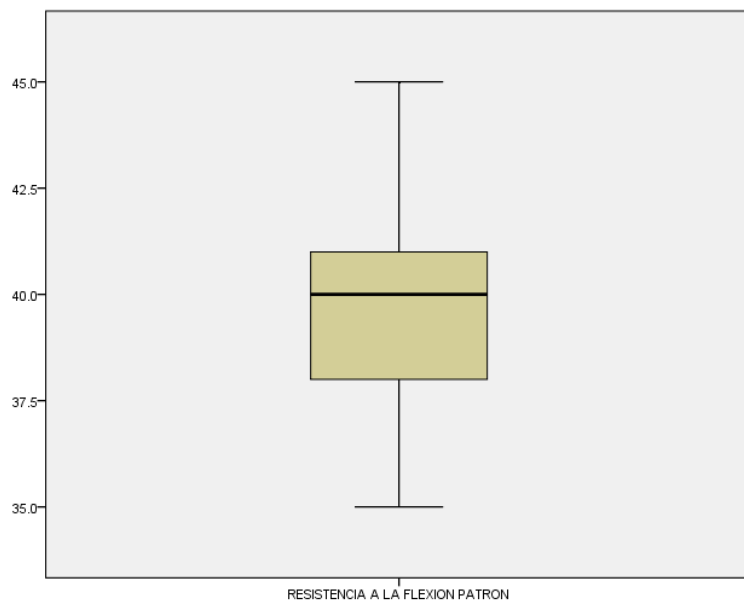
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 43:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo patrón



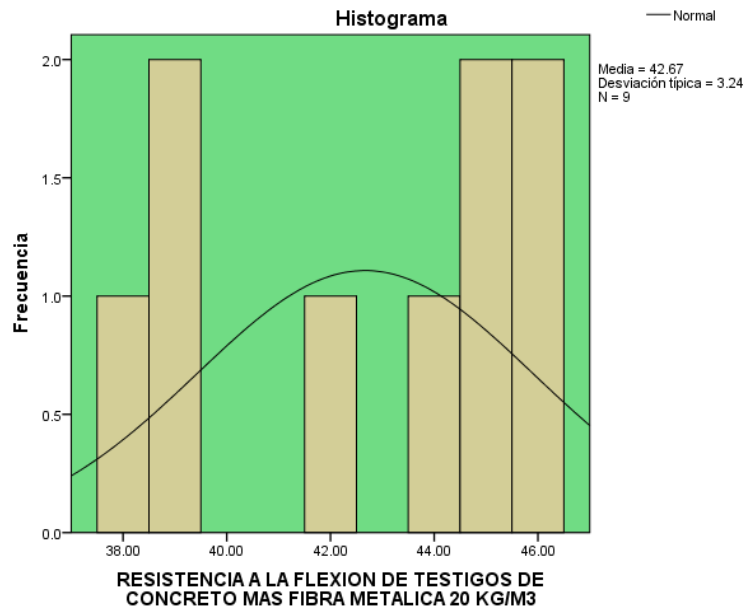
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 44:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo patrón



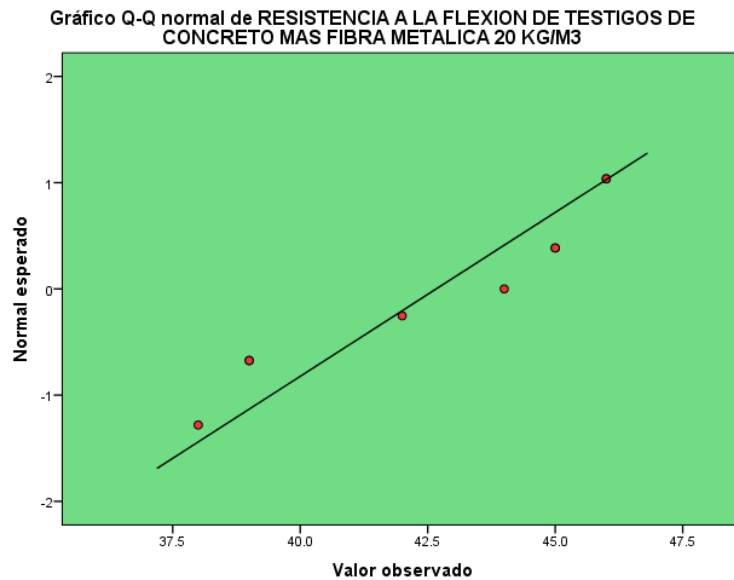
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 45:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



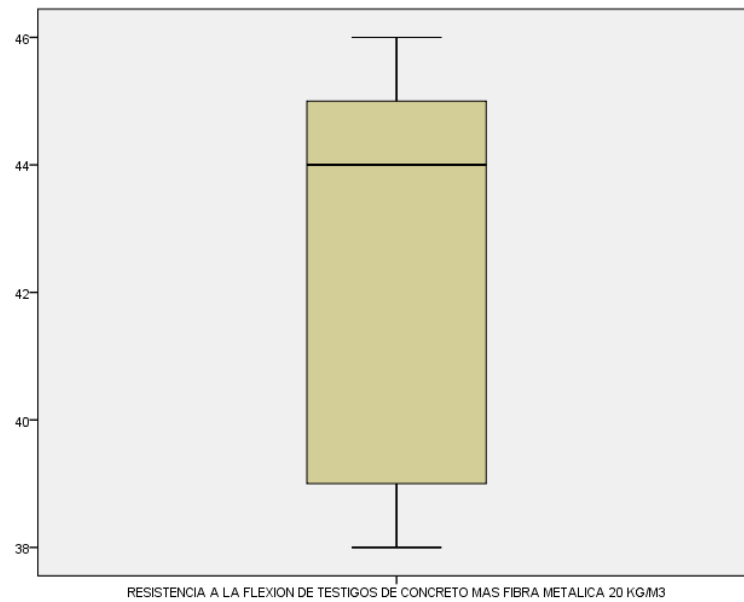
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 46:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



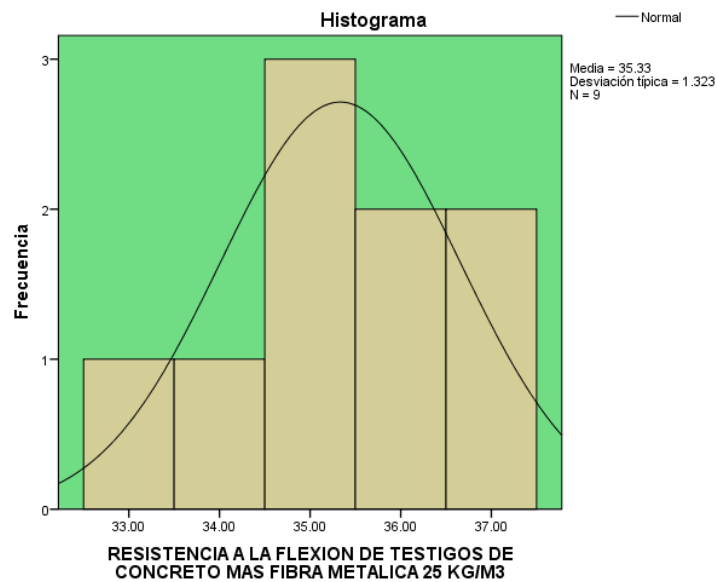
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 47:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 48:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



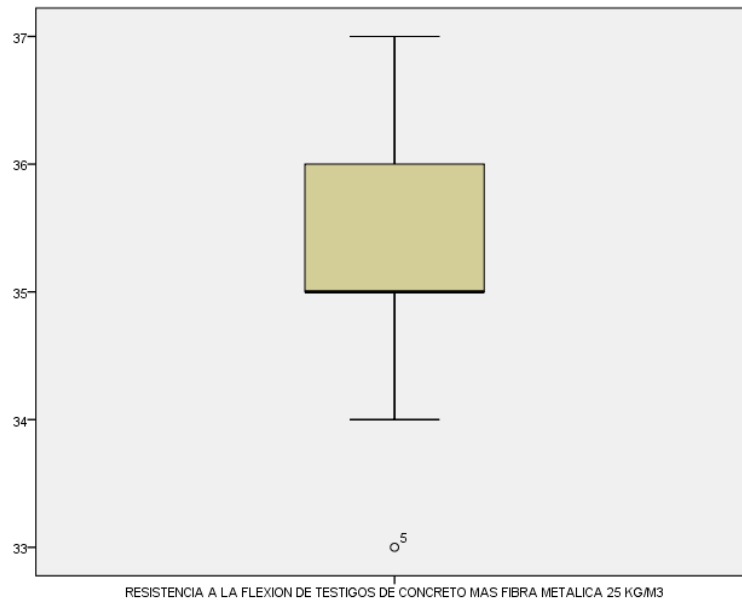
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 49: Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



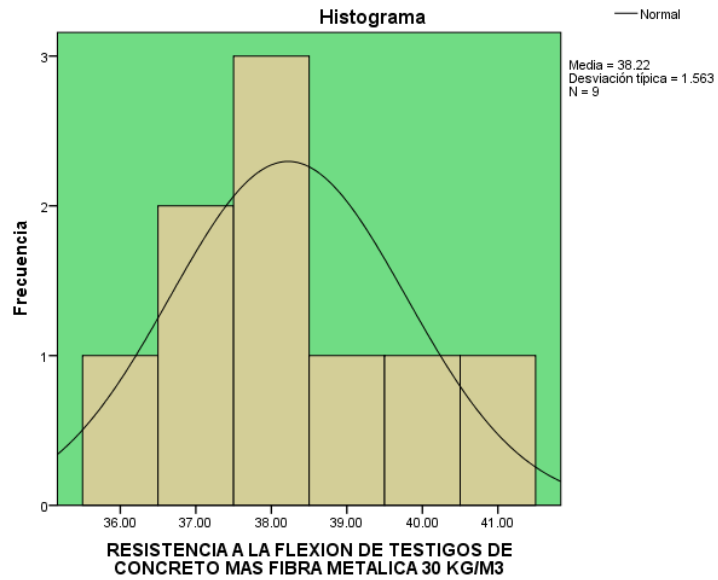
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Gráfica 50: Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 25kg/m3 de fibra de metal.



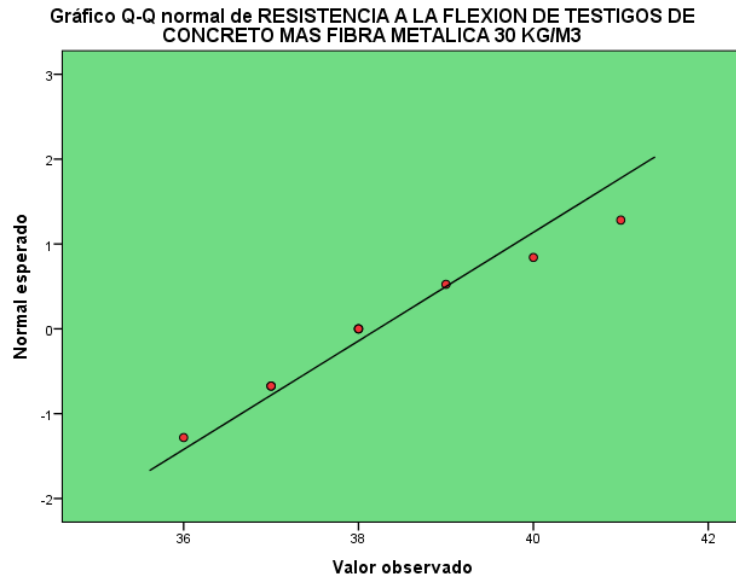
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 51:** Histograma de distribución normal para la variable resistencia a la flexión en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

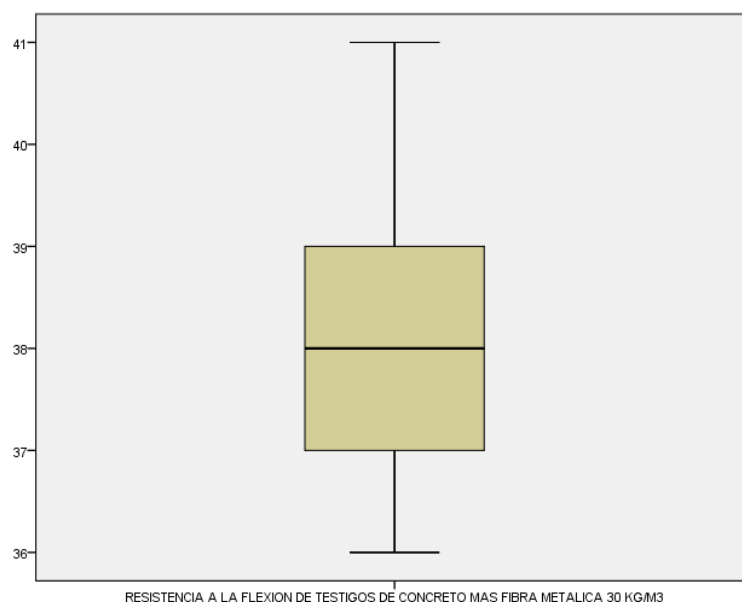
**Gráfica 52:** Gráfica Q-Q normal de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21



**Gráfica 53:** Diagrama de caja para la variable de resistencia a la flexión de testigo con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

### **PRUEBA DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICA-ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H<sub>0</sub>, seguido a esto existe alta evidencia estadísticas para afirmar que la dosificación de fibra metálica de 20 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la flexión. Ver Tabla 76

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.619 indica que existe una correlación fuerte lo que indica que la relación es directamente proporcional con la resistencia a la flexión y la dosificación de fibra metálica.

**Tabla 76:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| Correlaciones                              |                        |                                       |  |
|--|------------------------|---------------------------------------|--|
|  |                        | RESISTENCIA<br>A LA FLEXIÓN<br>PATRÓN | RESISTENCIA<br>A LA FLEXIÓN<br>DE TESTIGOS<br>DE CONCRETO<br>MÁS FIBRA<br>METÁLICA 20<br>KG/M3 |
| <b>RESISTENCIA A LA<br/>FLEXIÓN PATRÓN</b> | Correlación de Pearson | 1                                     | <b>.619</b>  |
|  | Sig. (bilateral)       |                                       | <b>.006</b>  |
|  | N                      | 9                                     | 9  |
|  | Correlación de Pearson | .619                                  | 1  |

|   |                  |      |   |
|---|------------------|------|---|
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 20 KG/M3</b> | Sig. (bilateral) | .006 |   |
|   | N                | 9    | 9 |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, seguido a esto existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 25 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la flexión. Ver Tabla 77.

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.558 indica que existe una correlación media lo que indica que la relación es directamente proporcional con la resistencia a la flexión y la dosificación de fibra metálica.

**Tabla 77:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| <b>Correlaciones</b>  |                        |                                 |  |
|---|------------------------|---------------------------------|--|
|   |                        | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 25 KG/M3 |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PATRÓN</b>  | Correlación de Pearson | 1                               | .558   |
|   | Sig. (bilateral)       |                                 | .017   |
|   | N                      | 9                               | 9  |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO MÁS FIBRA METÁLICA 25 KG/M3</b> | Correlación de Pearson | .558                            | 1  |
|   | Sig. (bilateral)       | .017                            |  |
|   | N                      | 9                               | 9  |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, rechazamos la hipótesis nula H0, por lo tanto, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 30 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la resistencia a la flexión. Ver Tabla 78

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.584 indica que existe una correlación media el cual indica que existe una correlación directamente proporcional con la resistencia a la flexión y la dosificación de fibra metálica

**Tabla 78:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| <b>Correlaciones</b>  |                        |                                       |  |
|---|------------------------|---------------------------------------|--|
|   |                        | RESISTENCIA<br>A LA FLEXIÓN<br>PATRÓN | RESISTENCIA<br>A LA FLEXIÓN<br>DE TESTIGOS<br>DE CONCRETO<br>MÁS FIBRA<br>METÁLICA 30<br>KG/M3 |
| <b>RESISTENCIA A LA<br/>FLEXIÓN PATRÓN</b>  | Correlación de Pearson | 1                                     | .584   |
|   | Sig. (bilateral)       |                                       | .012   |
|   | N                      | 9                                     | 9  |
| <b>RESISTENCIA A LA<br/>FLEXIÓN DE TESTIGOS DE<br/>CONCRETO MÁS FIBRA<br/>METÁLICA 30 KG/M3</b> | Correlación de Pearson | .584                                  | 1  |
|   | Sig. (bilateral)       | .012                                  |  |
|   | N                      | 9                                     | 9  |

*Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21*

## **HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N°2**

Hipótesis nula (H0): Las variables no se encuentran enlazadas, es decir la variable independiente fibra metálica no tiene influencia en la variable dependiente fisuración.

Hipótesis alterna (H1): Las variables se encuentran asociadas, es decir la variable independiente tiene influencia en la variable dependiente fisuración.

- **ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS DE LOS TESTIGOS PATRÓN Y CON DOSIFICACIONES DE 20, 25 Y 30 Kg/m<sup>3</sup>.** (Ver Tabla 79, Tabla 80, Gráfica 54, Gráfica 55, Gráfica 56, Gráfica 57, Gráfica 58, Gráfica 59, Gráfica 60, Gráfica 61, Gráfica 62, Gráfica 63, Gráfica 64, Gráfica 65)

*Tabla 79: Estadísticos descriptivos - Análisis de Relación de Reducción de fisuras (CRR)*

|   |   | Descriptivos                                |                 |               |        |
|---|---|---|-----------------|---------------|--------|
|   |   |   | Estadístico     | Error<br>típ. |        |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN</b>                                     | Media   |   | .3667           | .04333        |        |
|   | Intervalo de confianza para la media al 95%   | Límite inferior                             | .1802           |               |        |
|   |   | Límite superior                             | .5531           |               |        |
|   | Media recortada al 5%   |   | .               |               |        |
|   | Mediana   |   | .3700           |               |        |
|   | Varianza  |   | .006            |               |        |
|   | Desv. típ.  |   | .07506          |               |        |
|   | Mínimo  |   | .29             |               |        |
|   | Máximo  |   | .44             |               |        |
|   | Rango   |   | .15             |               |        |
|   | Amplitud intercuartil   |   | .               |               |        |
|   | Asimetría   |   | -.199           | 1.225         |        |
|   | Curtosis  |   | .               | .             |        |
|   | <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Media                                       |                 | .7733         | .04372 |
|   |   | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .5852         |        |
| Límite superior   |   |   | .9614           |               |        |
| Media recortada al 5%   |   |   | .               |               |        |
| Mediana   |   |   | .7400           |               |        |
| Varianza  |   |   | .006            |               |        |
| Desv. típ.  |   |   | .07572          |               |        |
| Mínimo  |   |   | .72             |               |        |
| Máximo  |   |   | .86             |               |        |
| Rango   |   |   | .14             |               |        |
| Amplitud intercuartil   |   |   | .               |               |        |
| Asimetría   |   |   | 1.597           | 1.225         |        |
| Curtosis  |   |   | .               | .             |        |
| <b>RELACION DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> |   | Media                                       |                 | .9167         | .02333 |
|   |   | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .8163         |        |
|   | Límite superior   |   | 1.0171          |               |        |
|   | Media recortada al 5%   |   | .               |               |        |
|   | Mediana   |   | .9100           |               |        |
|   | Varianza  |   | .002            |               |        |

|   |   |                 |              |
|---|---|-----------------|--------------|
|   | Desv. típ.                                  |                 | .04041       |
|   | Mínimo                                      |                 | .88          |
|   | Máximo                                      |                 | .96          |
|   | Rango                                       |                 | .08          |
|   | Amplitud intercuartil                       |                 | .            |
|   | Asimetría                                   |                 | .722 1.225   |
|   | Curtosis                                    |                 | .            |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Media                                       |                 | .9067 .04631 |
|   | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .7074        |
|   |   | Límite superior | 1.1059       |
|   | Media recortada al 5%                       |                 | .            |
|   | Mediana                                     |                 | .9000        |
|   | Varianza                                    |                 | .006         |
|   | Desv. típ.                                  |                 | .08021       |
|   | Mínimo                                      |                 | .83          |
|   | Máximo                                      |                 | .99          |
|   | Rango                                       |                 | .16          |
|   | Amplitud intercuartil                       |                 | .            |
|   | Asimetría                                   |                 | .371 1.225   |
|   | Curtosis                                    |                 | .            |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

*Tabla 80: Estadístico descriptivo - Análisis de prueba de normalidad de Shapiro - Wilk fisuración*

|   | <b>Pruebas de normalidad</b>    |    |      |              |    |      |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|   | Estadístic                      | gl | Sig. | Estadístic   | gl | Sig. |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN</b>                                     | .184                            | 3  | .    | .999         | 3  | .927 |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | .337                            | 3  | .    | .855         | 3  | .253 |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | .232                            | 3  | .    | .980         | 3  | .726 |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE</b>   | .200                            | 3  | .    | .995         | 3  | .862 |

---

**CONCRETO DOSIFICADOS CON  
30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA**

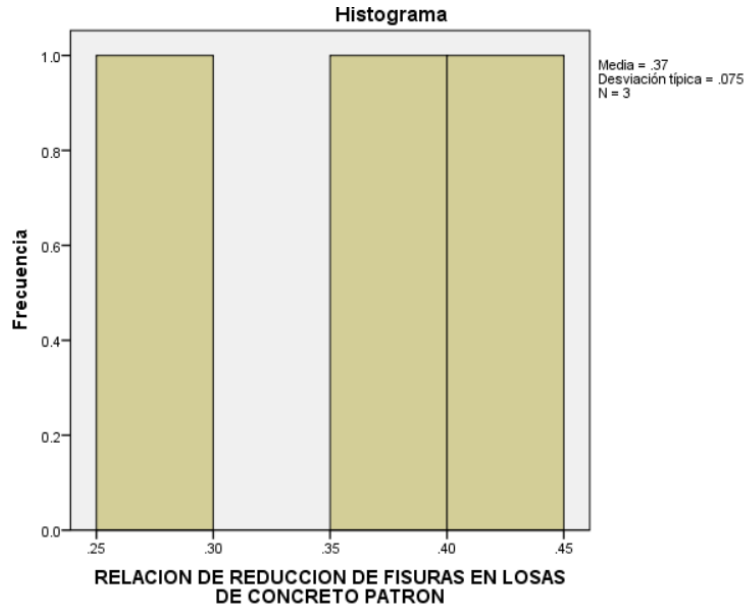
---

**a. Corrección de la significación de Lilliefors**

---

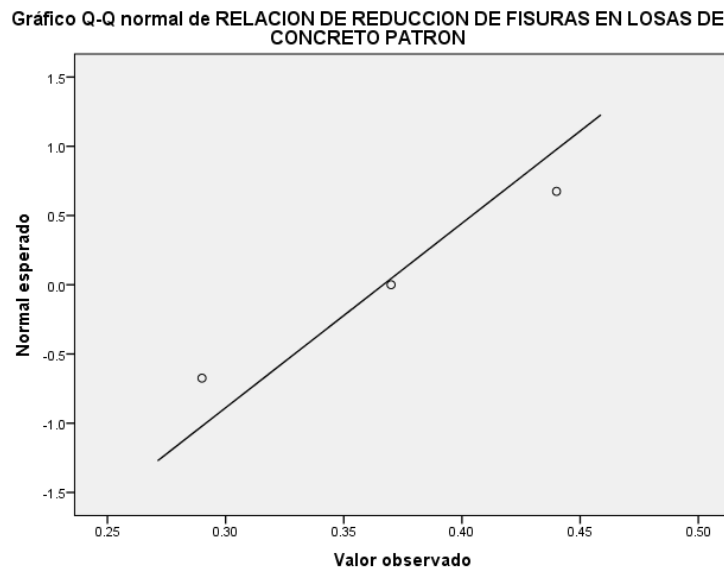
Fuente: *Elaboración propia SPSS versión 21*

*Gráfica 54: Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto patrón*



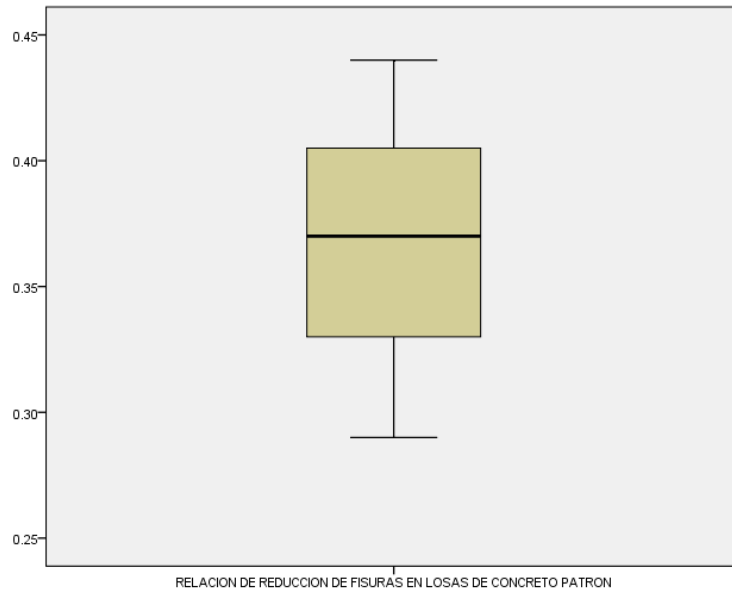
Fuente: *Elaboración propia SPSS versión 21*

*Gráfica 55: Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo patrón*



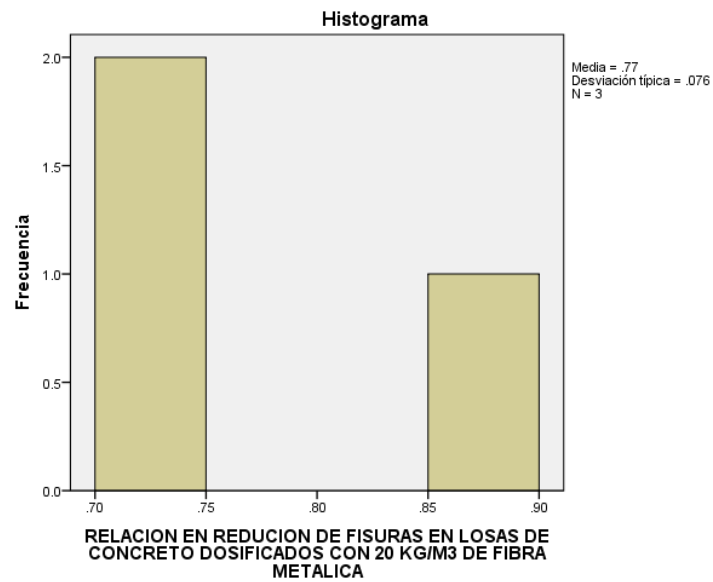
Fuente: *Elaboración propia SPSS versión 21*

**Gráfica 56:** Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo patrón



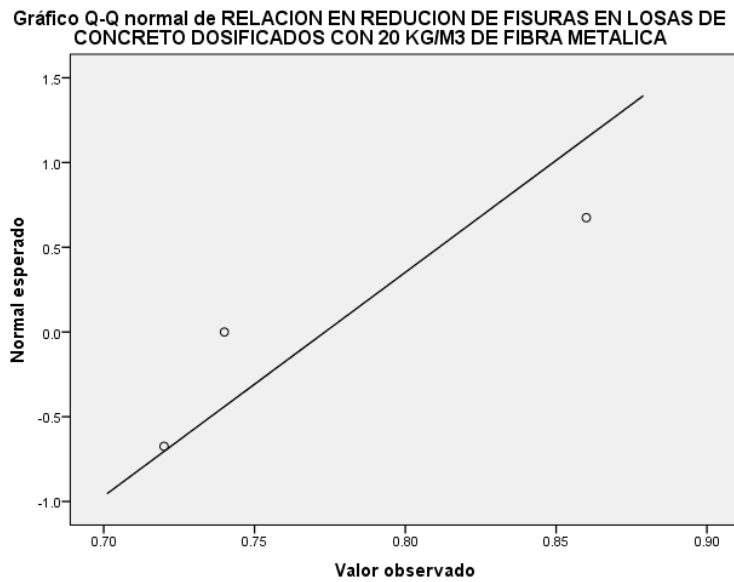
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 57:** Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



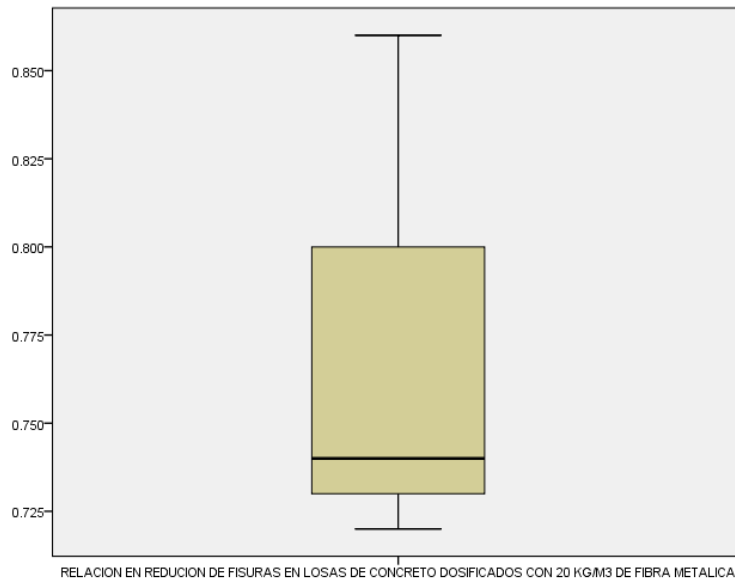
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 58:** Gráfica Q-Q normal de resistencia para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m3 de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

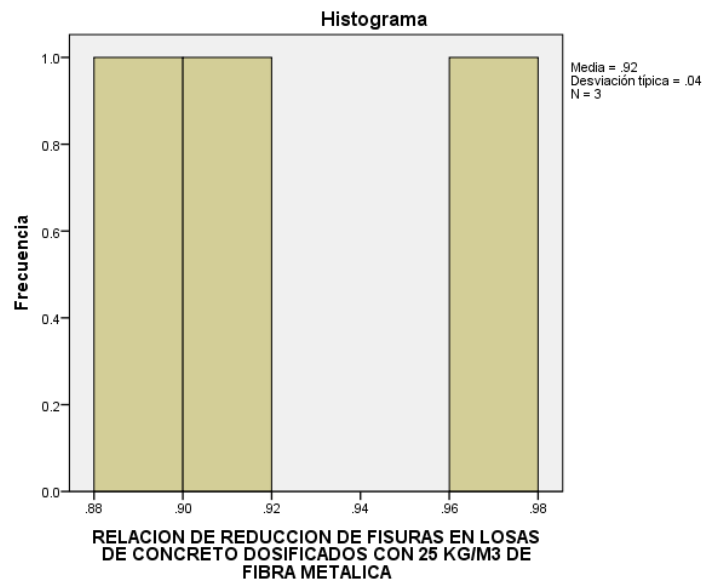
**Gráfica 59:** Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 20kg/m3 de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

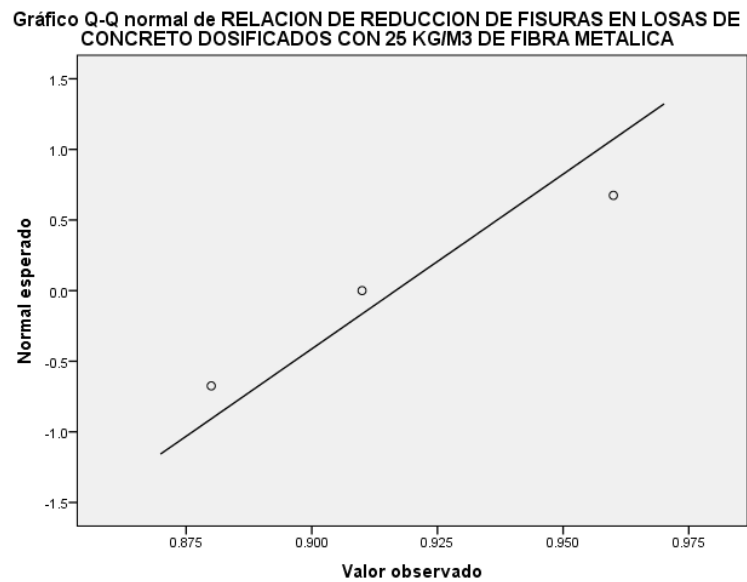


**Gráfica 60:** Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



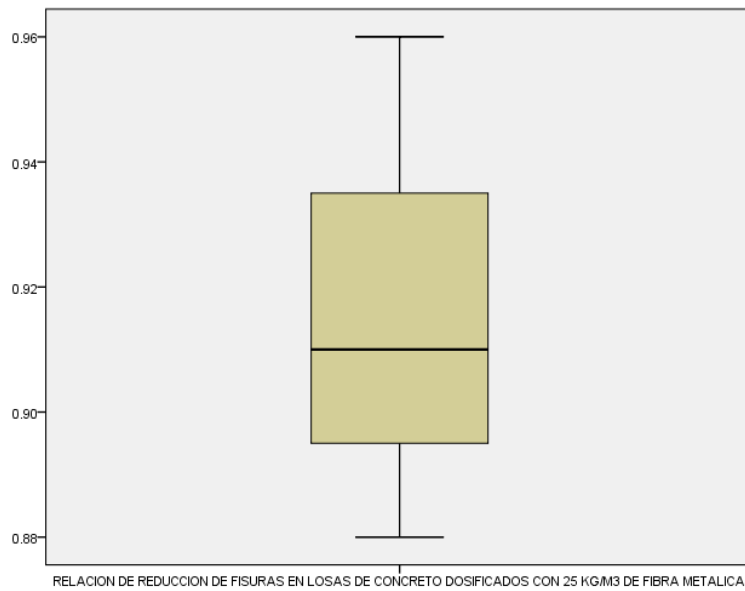
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 61:** Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



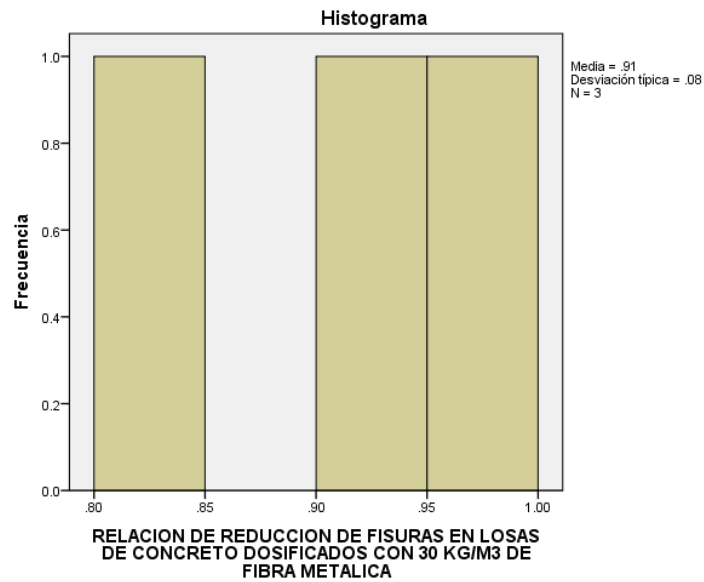
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 62:** Diagrama de caja para la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



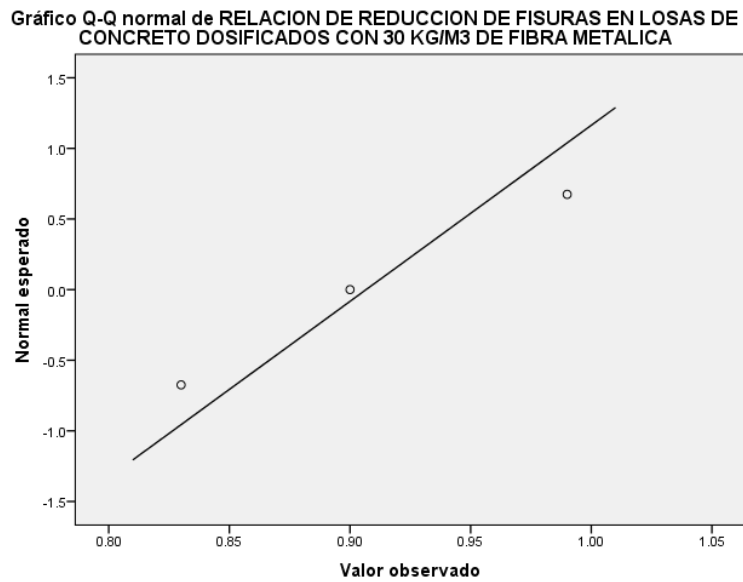
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 63:** Histograma de distribución normal para la relación de reducción de fisuras en testigos de concreto con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal



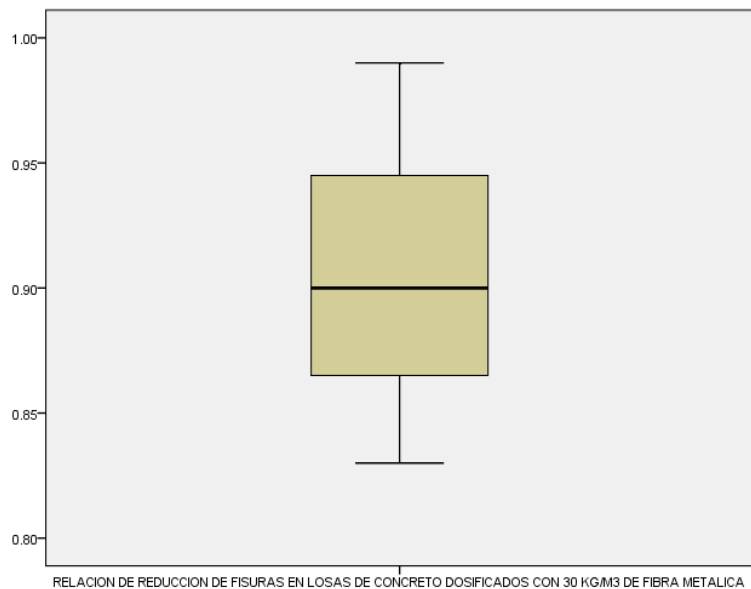
Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 64:** Gráfica Q-Q normal de la relación de reducción de fisuras testigo con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

**Gráfica 65:** Diagrama de caja para la variable de la relación de reducción de fisuras de testigo con dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.



Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

### **PRUEBA DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICA-ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H<sub>0</sub>, entonces, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 20 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la relación de reducción de fisuras. Ver Tabla 81

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.750 indica que existe una correlación media lo que indica que la relación es directamente proporcional con la relación de reducción de fisuras y la dosificación de fibra metálica.

*Tabla 81: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 20kg/m<sup>3</sup> - Pearson*

| <b>Correlaciones</b>  |                        |  |  |
|---|------------------------|--|--|
|   |                        | RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN | RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN</b>                                     | Correlación de Pearson | 1  | .750   |
|   | Sig. (bilateral)       |  | .0315  |
|   | N                      | 3  | 3  |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 20 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Correlación de Pearson | .750   | 1  |
|   | Sig. (bilateral)       | .0315  |  |
|   | N                      | 3  | 3  |

*Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21*

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, entonces, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 25 Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la relación de reducción de fisuras. Ver Tabla 82

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.875 indica que existe una correlación media lo que indica que la relación es directamente proporcional con la relación de reducción de fisuras y la dosificación de fibra metálica.

*Tabla 82: Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 25kg/m<sup>3</sup> - Pearson*

| <b>Correlaciones</b> |  |  |  |
|----------------------|--|--|--|
|                      |  | RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN | RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA |
|                      |  |  |  |

|   |                        |       |       |
|---|------------------------|-------|-------|
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN</b>                                     | Correlación de Pearson | 1     | .875  |
|   | Sig. (bilateral)       |       | .0285 |
|   | N                      | 3     | 3     |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 25 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Correlación de Pearson | .875  | 1     |
|   | Sig. (bilateral)       | .0285 |       |
|   | N                      | 3     | 3     |

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

Dado que el valor de sig. es inferior a 0.05, se llega a rechazar la hipótesis nula H0, entonces, existe evidencia suficiente para afirmar que la dosificación de fibra metálica 30Kg/m<sup>3</sup> en el concreto está relacionado significativamente con la relación de reducción de fisuras. Ver Tabla 83

El coeficiente de correlación de PEARSON 0.999 indica que existe una correlación fuerte, donde la relación es directamente proporcional con la relación de reducción de fisuras y la dosificación de fibra metálica.

**Tabla 83:** Prueba de hipótesis entre testigos patrón y dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> - Pearson

| <b>Correlaciones</b>  |                        |  |  |
|---|------------------------|--|--|
|   |                        | RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN | RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO PATRÓN</b>                                     | Correlación de Pearson | 1  | .999*  |
|   | Sig. (bilateral)       |  | .021   |
|   | N                      | 3  | 3  |
| <b>RELACIÓN DE REDUCCIÓN DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO DOSIFICADOS CON 30 KG/M3 DE FIBRA METÁLICA</b> | Correlación de Pearson | .999*  | 1  |
|   | Sig. (bilateral)       | .021   |  |
|   | N                      | 3  | 3  |

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia SPSS versión 21

### **HIPÓTESIS ESTADÍSTICA N°3**

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibroreforzado es mínima.

Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>): La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibroreforzado es mayor.

La hipótesis nula H<sub>0</sub> es rechazada, lo cual se evidencia en base a la comparación de precios, donde se observa el incremento de costo como se observa en la Tabla 84.

*Tabla 84: Comparación de precios unitarios*

*Fuente: Elaboración propia*

| <b>TIPO DE CONCRETO</b>   | <b>DOSIFICACIÓN</b> | <b>P.U (S/.)</b> | <b>INCREMENTO (S/.)</b> | <b>INCREMENTO (%)</b> |
|---|---------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
| Concreto patrón<br>f'c=280kg/m <sup>3</sup>   | -----               | S/. 308.67       | S/. -                   | 0.00%                 |
| Concreto f'c=280<br>kg/m <sup>3</sup> , con fibra de<br>metal 20kg/m <sup>3</sup> . | 20kg/m <sup>3</sup> | S/. 443.73       | S/. 135.06              | 43.756%               |
| Concreto f'c=280<br>kg/m <sup>3</sup> , con fibra de<br>metal 25kg/m <sup>3</sup>   | 25kg/m <sup>3</sup> | S/. 478.67       | S/. 170.00              | 55.075%               |
| Concreto f'c=280<br>kg/m <sup>3</sup> , con fibra de<br>metal 30kg/m <sup>3</sup>   | 30kg/m <sup>3</sup> | S/. 512.67       | S/. 204.00              | 66.091%               |

## **4.3.DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.3.1. DISCUSIÓN 1**

Según los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en laboratorio para el presente trabajo de investigación, para el ensayo de resistencia a compresión se logró obtener una resistencia promedio de 301.75kg/cm<sup>2</sup>, 308.00kg/cm<sup>2</sup>, 316.83kg/cm<sup>2</sup> y 325.42kg/cm<sup>2</sup> para una edad de madurez de 28 días, considerando el diseño patrón y diseños adicionando 20kg, 25kg y 30kg de fibra de metal WIRAND FF3 por metro cúbico respectivamente, cuyo objetivo fue alcanzar 280kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto al valor de módulo de rotura se logró alcanzar 39.75kg/cm<sup>2</sup>, 42.47kg/cm<sup>2</sup>, 36.55kg/cm<sup>2</sup> y 38.28kg/cm<sup>2</sup>, con las mismas dosificaciones de fibra de metal WIRAND FF3 anteriormente mencionadas

observando en ambos comportamientos una tendencia de incremento en función a mayor dosificación.

En la investigación realizada por Corcino<sup>(3)</sup>, en su tesis titulada “ESTUDIO COMPARATIVO DE CONCRETO SIMPLE REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO DRAMIX Y WIRAND, EMPLEANDO CEMENTO ANDINO TIPO V”, para ser titulado como ingeniero civil en la Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú, se planteó una resistencia de diseño de 280kg/cm<sup>2</sup>, de donde los resultados a compresión alcanzaron a 386.4kg/cm<sup>2</sup>, 399.8kg/cm<sup>2</sup>, 424.3kg/cm<sup>2</sup>, 382.2kg/cm<sup>2</sup> con un diseño patrón, diseños con dosificaciones de 20kg, 25kg y 35kg por metro cúbico de concreto a los 28 días respectivamente. Y en cuanto a la resistencia a flexión, los módulos de roturas obtenidos a los 28 días fueron de 54.9kg/cm<sup>2</sup>, 54.9kg/cm<sup>2</sup>, 52.8kg/cm<sup>2</sup> y 54.9kg/cm<sup>2</sup>, en el diseño patrón y diseños con dosificaciones de 20kg, 25kg y 35kg de fibra WIRAND FF1 por metro cúbico.

Es así que el presente trabajo de investigación logra afirmar los resultados de Corcino (2007) en relación a la adición de fibra de metal, considerando un mínimo de 20kg/m<sup>3</sup>, ya que después al ser sometida a los ensayos mecánicos se obtienen similitud en resultados, con variaciones mínimas de aproximadamente de 80 a 90kg/cm<sup>2</sup>, las cuales se deben a diferentes factores como pueden ser el tipo de fibra de metal, tipo de cemento y diversas condiciones que pueden alterar los resultados obtenidos en ambos casos.

#### **4.3.2. DISCUSIÓN 2**

Durante la ejecución de la investigación se llegó a obtener los promedios de espesores de la fisuración por contracción plástica, los cuales son de 0.692mm, 0.194mm, 0.027mm y 0.006mm para la dosificación de diseño patrón, diseño con 20 Kg/m<sup>3</sup>, 25Kg/m<sup>3</sup> y 30 Kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal, y a su vez obteniendo la relación de reducción de fisuras (CRR) de 38%, 86%, 88% y 90% aproximadamente para las dosificaciones ya mencionadas, lo cual nos indica generalmente el impacto positivo que genera el uso de la fibra de metal WIRAND FF3 en las fisuras por contracción plástica.

En la investigación por Carbajal y Portocarrero<sup>(8)</sup>, en su tesis titulada “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FISURACIÓN DEL CONCRETO POR RETRACCIÓN PLASTICA CON ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE VS. FIBRAS DE POLIPROPILENO”, para optar el título de Ing. Civil en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, se concluye que la fibra de

propileno ayuda a reducir las fisuras por retracción plástica en el concreto mostrando una reducción hasta 90% utilizando una dosificación de 400 gr/m<sup>3</sup> de polipropileno PER-FIBER MIX dando como resultado una ancho en las fisuras de hasta 0 mm en los ensayos y al adicionar un incorporador de aire en la mezcla también se obtuvieron resultados favorables ya que disminuye las fisuras en un 75% para una dosificación de 0.10% de aire incorporado.

Entonces, se puede afirmar de ambas investigaciones que, a mayor cantidad de fibra de metal o fibra de polipropileno, como es el caso del presente trabajo de investigación y el antecedente respectivamente, disminuirán las fisuras por contracción plástica en el concreto, en cuanto a cantidad y a espesores, generando así un impacto positivo en la problemática de los pavimentos rígidos de la ciudad de Huancayo.

#### **4.3.3. DISCUSIÓN 3**

Después de realizar el análisis de precios unitarios del concreto patrón  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal WIRAND FF3, concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal y concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con 30kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal se llega a observar la variación de costos de S/. 308.67, S/. 443.73, S/. 478.67, S/. 512.67, por metro cubico (m<sup>3</sup>) respectivamente según las dosificaciones en estudio, es decir que los costos se encuentra directamente relacionada con la dosificación de fibra de metal, he aquí el aporte de nuestro trabajo de investigación, al considerar el costo de mantenimiento del pavimento rígido juntamente con el diseño patrón, donde se llega a la conclusión que es más favorable hacer uso de la fibra de metal WIRAND FF3 hasta una dosificación de 30kg/m<sup>3</sup> que diseñar un concreto normal y realizar un mantenimiento según se solicite.

En la investigación por Carbajal y Portocarrero, en su tesis titulada "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FISURACIÓN DEL CONCRETO POR RETRACCIÓN PLÁSTICA CON ADITIVO INCORPORADORES DE AIRE VS. FIBRAS DE POLIPROPILENO", para alcanzar el título profesional de ingeniero civil en su análisis de precios unitarios menciona que el m<sup>3</sup> de Concreto para losas  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  patrón es de S/. 360.93 y del Concreto para losas  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con fibra de 400gr/m<sup>3</sup> tiene es de S/. 386.21, cabe mencionar que el costo de reparación de fisuras post- vaciado es de S/. 12.61 para un volumen de 0.03 m<sup>3</sup>, mientras que al adicionar fibra de polipropileno al concreto patrón será



de S/. 0.80, llegando a la conclusión que los costos al momento de realizar la reparación de las fisuras en un pavimento ya colocado se incrementan en un 110% con respecto al diseño base en comparación al incremento de 7% por el uso de fibras de polipropileno, previniendo las fisuras en el concreto.

Después de comparar nuestro trabajo de investigación conjuntamente con el antecedente, se interpreta que la fibra WIRAND FF3 nos proporciona beneficios en cuanto a comportamiento físico, mecánico y costos en general, incentivando a poder considerar el uso de fibra como alternativa de solución ante las fisuras por retracción plástica sin necesidad de realizar una rehabilitación o mantenimiento y teniendo mayor tiempo de vida útil del pavimento rígido.

## CONCLUSIONES

- De los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión y validando la hipótesis planteada mediante la Gráfica 9 se evidencia la relación directa que se presenta entre la dosificación de fibra y la resistencia del concreto endurecido, mejorando evidentemente la resistencia. La influencia de 30kg/m<sup>3</sup> de adición de fibra de metal mejora el comportamiento en un tiempo de madurez de 28 días sobrepasando en un 16.22% más de la resistencia establecida en el diseño, considerando un factor de seguridad de 84, así mismo los resultados del ensayo de resistencia a la flexión y validando la hipótesis planteada, se muestra la Gráfica 14, donde se concluye que, la influencia de la adición de fibra de metal genera un impacto positivo de manera directa como muestran los resultados, donde el valor módulo de rotura representa una mejora evidente en la capacidad a trabajar en esfuerzos a tracción y así también se evidencia la disminución de generación de fisuras.
- De los resultados del ensayo de método de prueba estándar para la evaluación del agrietamiento por retracción plástica y validando la hipótesis planteada, se tiene una influencia favorable reduciendo las fisuras por retracción plástica según se muestra en la Gráfica 28 concluyendo que el promedio de los espesores de las fisuras presentes disminuyen directamente al incremento de dosificación de fibra de metal, según la Gráfica 21 se demuestra que la influencia de la fibra de metal se presenta de manera ascendente, al relacionar el valor de CRR (relación de reducción de fisuras), alcanzando un aproximado de 100% de efectividad el diseño con adición de 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal donde se observa la inexistencia de fisuras alcanzando un resultado positivo para combatir al problema de la fisuración en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo.
- De los análisis de precios unitarios de cada una las dosificaciones para el diseño patrón, diseño con 20 Kg/m<sup>3</sup>, 25 Kg/m<sup>3</sup> y 30 Kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal en el concreto se concluye que los costos suben a mayor cantidad de fibra de metal ya que el costo del concreto fibroreforzado está relacionado directamente proporcional con la fibra de metal haciendo que los costos suban en un 43%, 55%, 66% en comparación con el costo del concreto patrón. Cabe mencionar que el beneficio se base en el costo al momento de comparar con un concreto patrón adicionando un costo de mantenimiento como muestra la Tabla 68, lo cual es factible, llegando así a la conclusión que la inversión que se realice en la compra de fibra de metal en una

dosificación máxima de 30kg/m<sup>3</sup> cubre la inversión en mantenimiento del pavimento aportando una probabilidad mayor de vida útil a comparación de un pavimento convencional siendo así beneficiario para contribuir con el problema y la economía del proyectista.

En general a la sociedad, nosotros después de haber investigado hemos llegado a la conclusión que el rango de porcentaje aceptable y trabajable se encuentra entre una dosificación de 20 a 30 kg de fibra de metal por metro cúbico de concreto, porque después de realizar las pruebas del concreto en estado fresco y endurecido se garantiza la empleabilidad en proyectos.

## RECOMENDACIONES

- Para obtener un buen comportamiento mecánico como viene siendo la resistencia a compresión de  $280 \text{ Kg/cm}^3$  y Módulo de Ruptura de  $3.4 \text{ MPa}$  que son los requisitos mínimos en el caso de pavimentos rígidos, es recomendable usar las dosificaciones mínimas de  $20\text{kg/m}^3$  a  $25\text{kg/m}^3$  de adición de fibra de metal WIRAND FF3 en el diseño de mezcla, como anteriormente se observó en los resultados, estas dosificaciones son las que cumplen con las resistencias requeridas obteniendo incluso un mayor porcentaje de resistencia ayudando así a mejorar su comportamiento ante las cargas que se encuentra expuesta el pavimento.
- Se recomienda utilizar las dosificaciones de  $25 \text{ kg/m}^3$  y  $30\text{kg/m}^3$  de fibra de metal WIRAND FF3 en el concreto, para obtener mejores resultados en la reducción de fisuras por retracción plástica, garantizando la calidad y garantía en los paños de las losas de pavimentos rígidos, esta dosificación en los pavimentos rígidos actúa de una manera resaltante y visible ya que no se genera ninguna fisura en el tiempo de fraguado una vez que está expuesto a factores ambientales.
- De los resultados obtenidos en cuanto a costos unitarios visto en la Tabla 68, se recomienda la utilización del concreto fibroreforzado con dosificación de  $30 \text{ Kg/m}^3$  de fibra de metal Wirand FF3 ya que los costos son menores en un 17% en comparación al valor real del concreto patrón más el costo de rehabilitación, con el fin de garantizar un diseño por servicio. A futuros investigadores se les sugiere seguir con la investigación probando con diferentes dosificaciones o buscando diferentes alternativas, siempre respetando el procedimiento de trabajabilidad del concreto en estado fresco y endurecido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **MTC.** *Manual de Carreteras-Suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos.* Lima : s.n., 2014. pág. 232.
2. **Miranda Rebolledo, Ricardo Javier.** *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.* Valdivia : s.n., 2010.
3. **Valencia Castro, Plinio Andres y Quintana Cruz, Cristian Dario.** *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%.* Bogotá : s.n., 2016.
4. **Corcino Albornoz, Vanessa Cecilia.** *Estudio comparativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento Andino Tipo V.* Lima : s.n., 2007.
5. **Montalvo Guevara, Marco Eduardo.** *Pavimentos Rígido Reforzados con fibras de Acero Versus Pavimentos Tradicionales.* Lima : s.n., 2015.
6. **Vasquez Gonzales, Ivan.** *Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500kg/cm<sup>2</sup>.* Cajamarca : s.n., 2015.
7. **Diaz Garcia, Jorge Luis.** *Diseño de concreto  $f'c = 140, 175$  y  $210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín.* Cajamarca : s.n., 2018.
8. **Ñaupas Tenorio, Dennys Jenny y Sosa Soto, Darwin Máximo.** *Comportamiento mecánico del Concreto reforzados con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado .* Lima : s.n., 2019.
9. **Carbajal Davila, Katty y Portocarrero Espirilla, Gloria.** *Estudio Comparativo de la fisuración del concreto por retracción.* Arequipa : s.n., 2020.
10. **Miranda Centeno, Cristian Arturo, Rado Moreno, Marco Eduardo.** *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac.* Apurímac : s.n., 2021.
11. **Salas, Mario Becerra.** *Tópicos de Pavimentos de Concreto.* Lima : s.n., 2012.
12. **NTP 400.037.** *Agregados, Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Tercera. Lima : s.n., 2014.
13. **NTP 339.185.** *Norma Técnica Peruana para determinar el contenido de humedad.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
14. **Supermix, Concretos.** *Concretos Supermix. Concretos Supermix.* [En línea] <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>.
15. **NTP 400.012.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2013.
16. **NTP 400.017.** *Norma Técnica Peruana para determinar PUS y PUC.* Tercera. Lima : s.n., 2011.
17. **NTP 400.021.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2013.
18. **NTP 400.022.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2013.

19. **NTP 334.009.** *Cementos Portland. Requisitos.* Lima : s.n., 2005. pág. 11.
20. **Maccaferri.** *Fibras con elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón. Fibras con elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón.* Brasil : s.n., 2007.
21. **Gallovich Sarzalejo, Antonio, y otros.** *Fibras con elemento estructural para el refuerzo del hormigón.* Brasil : MACCAFERRI, 2000.
22. *Losa de Almacén Ransa.* **MACCAFERRI.** Lima : s.n., 2009.
23. **MACCAFERRI.** *Recomendaciones uso de fibras Wirand FF3. Dokumen.* [En línea] 2013. <https://dokumen.tips/documents/recomendaciones-uso-de-fibras-wirand-ff3.html>.
24. **NTP 339.033.** *Norma Técnica Peruana.* Cuarta. Lima : s.n., 2015.
25. **NTP 339.035.** *Norma Técnica Peruana.* Cuarta. Lima : s.n., 2015.
26. **Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi.** *Diseño y Control de Mezclas de Concreto.* Estados Unidos : Portland Cement Association, 2004. pág. 201.
27. **Rivva Lopez, Enrique.** *Diseño de Mezclas.* 1992.
28. **NTP 339.046.** *Norma Técnica Peruana.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
29. **NTP 339.083.** *Norma Técnica Peruana.* Segunda. Lima : s.n., 2016.
30. **NTP 339.082.** *Norma Técnica Peruana.* Tercera. Lima : s.n., 2016.
31. **NTP 339.184.** *Norma Técnica Peruana.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
32. **NTP 339.034.** *Norma Técnica Peruana.* Cuarta. Lima : s.n., 2015.
33. *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto.* **concreto, Instituto mexicano del cemento y del.** México : Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2006, Vol. 5.
34. **MTC.** *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.* Lima : s.n., 2014. MTC/14.
35. *El concreto en la práctica.* **(NRMCA), National Ready Mixed Concrete Association.** CIP 16, México : NRMCA.
36. **SENCICO.** *Pavimento Urbanos.* Lima : SENCICO, 2017.
37. **ASTMC INTERNATIONAL.** *4.3. MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EVALUAR EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA DE HORMIGÓN REFORZADP CON FIBRA .* 2014.
38. **ASTM C1579.** *Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete.* Rio de Janeiro : 2014, 2014.
39. *Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón .* **Corral, José Toirac.** República Dominicana : s.n., 2004.
40. **Lao Odicio, Wendy Jaqueline.** *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa.* Lima : s.n., 2007.
41. **Castán, Yolanda.** *Introducción al Método Científico y sus etapas.* España : s.n., 2013.

42. **Baena Paz, Guillermina.** *Metodología de la Investigación*. Tercera. México : Grupo Editorial Patria, 2017.
43. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. México : Mc Graw Hill, 2014.
44. **Kirk, R. E.** *Experimental Design: procedures for the behavioral sciences*. Tercera. 1995.
45. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. México : s.n., 2014.
46. **Palella y Martins.** *Metodología de la Investigación*. 2008.
47. **Arias Odón, Fidas Gerardo.** *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. 5a. Venezuela : EPISTEME, 2006.
48. **Abanto Castillo, Tomás Flavio.** *Tecnología del Concreto*. Tercera. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2018.
49. **Rivva López , Enrique.** *Diseño de mezcla*. Lima : s.n., 1992.
50. **Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y JussaraTanesi.** *Diseño de Control de Mezclas de Concreto*. Estados Unidos : Portland Cement Association, 2004.
51. **Niño Hernandez, Jair René.** *Tecnología del Concreto-Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas*. Tercera. 2010.
52. **NTP 400.037.** *Norma Técnica Peruana*. Tercera. Lima : s.n., 2014.
53. **H. Kosmatka, Steven, y otros.** *Diseño y Control de mezcla del concreto*. s.l. : Portland Cement Association, 2004.
54. *Ficha técnica FIBRA WIRAND FF3.* **MACCAFERRI**. Lima : s.n., 2018.
55. *Cemento Andino Premium.* **UNACEM**. Lima : s.n., 2005.
56. **UNACEM.** *Cemento-Andino-TIPO-I-1. Cemento-Andino-TIPO-I-1*. [En línea] 17 de Agosto de 2017. <https://es.scribd.com/document/356539087/Cemento-Andino-TIPO-I-1-pdf>.

## **ANEXOS**



ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE   | TIPO DE VARIABLE | DEFINICIÓN DE VARIABLES   | DIMENSIONES   | INDICADORES                                       | MEDIDA              |
|--|------------------|---|---|---|---------------------|
| Comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido. | Dependiente      | <b>Resistencia a la Compresión</b> , es el comportamiento mecánico que se define como la capacidad para soportar carga en un área determinada y es expresada en esfuerzo  | Propiedades mecánicas del concreto endurecido                 | Resistencia a compresión > 280kg /cm <sup>2</sup> | Kg/cm <sup>2</sup>  |
|  |                  | <b>Resistencia a flexión</b> , es el comportamiento que mide la resistencia a la tracción del concreto.   |   | Resistencia a flexión > 34 kg /cm <sup>2</sup>    | kg /cm <sup>2</sup> |
|  |                  | <b>Fisuración</b> , son fallas que aparecen en la superficie del hormigón.  | Propiedad física del concreto endurecido                      | Fisuración > 0.5 mm                               | Mm                  |
| Dosificación de la fibra de metal                      | Independiente    | <b>Fibra de metal</b> , es una fibra compuesta de metales puros y aleaciones metálicas que actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incremento la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. | Fibra de metal Wirand FF3 con proporciones por m <sup>3</sup> | 20kg/m <sup>3</sup>                               | kg/m <sup>3</sup>   |
|  |                  |   |   | 25kg/m <sup>3</sup>                               | kg/m <sup>3</sup>   |
|  |                  |   |   | 30kg/m <sup>3</sup>                               | kg/m <sup>3</sup>   |

Título de la Investigación: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021**

| PROBLEMAS   | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS  | VARIABLE E INDICADORES   |  | METODOLOGÍA   |
|---|---|--|--|--|---|
| <p><b>Problema General:</b><br/>¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en el comportamiento físico y mecánico del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b><br/>- ¿Cómo influye la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?<br/>- ¿De qué manera influye la adición de fibra de metal en las fisuras por retracción plástica del concreto</p> | <p><b>Objetivo General:</b><br/>Analizar el comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> <p><b>Objetivos Específico:</b><br/>- Determinar la influencia de la adición de fibra de metal en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021<br/>- Estudiar el comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto fibro-reforzado para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.<br/>- Evaluar el análisis de costos del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos</p> | <p><b>Hipótesis General:</b><br/>El comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal altera significativamente para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b><br/>- La influencia de la adición de fibra de metal genera un impacto positivo en las propiedades de compresión y flexión del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.<br/>- El comportamiento de la fisuración por retracción plástica del concreto será menor cuando la dosificación de fibra</p> | <p><b>VARIABLE X:</b><br/><b>COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL PAVIMENTO RÍGIDO</b></p> |  | <p>INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA</p> <p>- <b>Tipo de Investigación:</b><br/>Investigación aplicada</p> <p>- <b>Diseño de Investigación:</b><br/>Diseño experimental</p> <p>- <b>Nivel de Investigación:</b><br/>Nivel de investigación relacional.</p> |
|   |   |  | Dimensiones  | Indicadores  |   |
|   |   |  | Propiedades mecánicas del concreto endurecido  | Resistencia a compresión > 280kg /cm <sup>2</sup><br>Módulo de Rotura > 34 kg /cm <sup>2</sup> |   |
|   |   |  | Propiedad física del concreto endurecido   | Fisuración >0.5 mm   |   |
|   |   |  | <p><b>VARIABLE Y:</b><br/><b>DOSIFICACIÓN DE LA FIBRA DE METAL</b></p>                     |  |   |
|   |   |  | Dimensiones  | Indicadores  |   |
|   |   |  | Fibra de metal   | 20 kg/m <sup>3</sup>   |   |
|   |   |  | Wirand FF3 con proporciones por m <sup>3</sup>   | 25 kg/m <sup>3</sup>   |   |
|   |   |  |  | 30 kg/m <sup>3</sup>   |   |

---

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?</p> <p>- ¿Cómo varía el análisis de costos del concreto fibro-reforzado con relación al concreto convencional para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021?</p> | <p>rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> | <p>de metal sea mayor para uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> <p>- La variación de costos de un concreto convencional a comparación de un concreto fibro-reforzado es mínima para uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.</p> |
|--|--|--|

---

**MACCAFERRI**

**FICHA TECNICA**

Rev: 01, Issue—Oct 2018

**FIBRA WIRAND® FF3**

**DESCRIPCIÓN:**

Fibra WIRAND® FF3 en alambre de acero trefilado para el refuerzo del hormigón

**TIPO:**

Wirand® FF3

**DIMENSIONES:**

- Diámetro D: 0.75 mm;
- Largo L: 50 mm;
- Relación de esbeltez L/D:
- Relación entre el Largo y el Diámetro  $50/0.75 = 67$
- Cantidad de elementos por kg. = 5767

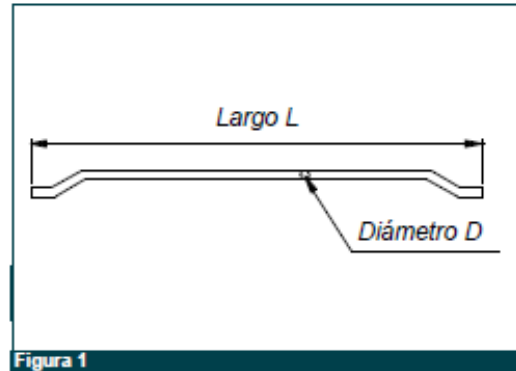


Figura 1

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ALAMBRE**

**R<sub>m</sub>** (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1200 MPa (Según ACI 544.3R-08)  
**Al** (Elongación a la ruptura) < 4%

**FORMA**

Los ganchos de las extremidades de la fibra WIRAND® FF3 garantizan la máxima adherencia al hormigón

**STANDARD DE REFERENCIA**

- ASTM A820-01 "Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete"
- UNI-11037 – Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato
- pr-EN 14889-1 – Fibres for concrete – Part 1 – Steel fibres – Definition, specifications and conformity

**EMBALAJES**

La fibra WIRAND® FF3 es acondicionada en grandes big bags de 600, 750, 950 Kg de peso, o en cajas de cartón de 20 Kg

*El fabricante, con el fin de mejorar y optimizar las características técnicas de los productos, se reserva el derecho de modificar los estándares de los productos sin ningún preaviso. Todas las informaciones comunicadas están dadas de buena fe y en base a nuestra experiencia; de todas formas tanto el fabricante como sus distribuidores declinan cualquier responsabilidad por una utilización errónea de dicha información por parte del proyecto.*

**MACCAFERRI**  
AMÉRICA LATINA

Maccaferri se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

[www.maccaferri.com.pe](http://www.maccaferri.com.pe)

Sistema de Gestión de Calidad ISO  
Certificado de Conformidad con la Norma ISO 9001:2008

**9001**

ANEXO 4: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CEMENTO ANDINO TIPO I

| Parámetro                             | Unidad             | Cemento Andino Premium | Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150 |
|---------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Contenido de aire                     | %                  | 5.08                   | Máximo 12                           |
| Expansión autoclave                   | %                  | 0.01                   | Máximo 0.80                         |
| Superficie específica                 | m <sup>2</sup> /kg | 361                    | Mínimo 260                          |
| Densidad                              | g/ml               | 3.15                   | No específica                       |
| <b>Resistencia a la Compresión</b>    |                    |                        |                                     |
| Resistencia a la compresión a 3 días  | kg/cm <sup>2</sup> | 274                    | Mínimo 122                          |
| Resistencia a la compresión a 7 días  | kg/cm <sup>2</sup> | 340                    | Mínimo 194                          |
| Resistencia a la compresión a 28 días | kg/cm <sup>2</sup> | 440                    | Mínimo 285*                         |
| <b>Tiempo de Fraguado</b>             |                    |                        |                                     |
| Fraguado Vicat inicial                | min                | 116                    | Mínimo 45                           |
| Fraguado Vicat final                  | min                | 285                    | Máximo 375                          |
| <b>Composición Química</b>            |                    |                        |                                     |
| MgO                                   | %                  | 1.93                   | Máximo 6.0                          |
| SO <sub>3</sub>                       | %                  | 2.68                   | Máximo 3.0                          |
| Pérdida al fuego                      | %                  | 1.49                   | Máximo 3.0                          |
| Residuo insoluble                     | %                  | 0.69                   | Máximo 1.5                          |
| <b>Fases Mineralógicas</b>            |                    |                        |                                     |
| C <sub>2</sub> S                      | %                  | 15.53                  | No específica                       |
| C <sub>3</sub> S                      | %                  | 57.35                  | No específica                       |
| C <sub>3</sub> A                      | %                  | 7.50                   | No específica                       |
| C <sub>4</sub> AF                     | %                  | 10.61                  | No específica                       |
| <b>Álcalis Equivalentes</b>           |                    |                        |                                     |
| Contenido de álcalis equivalentes     | %                  | 0.47                   | Requisito opcional, máximo 0.60     |
| <b>Resistencia a los Sulfatos</b>     |                    |                        |                                     |
| Resistencia al ataque de sulfatos     | %                  | 0.083                  | 0.10 % máx. a 180 días              |

Nota: Tomada de UNACEM (56 pp. 1-2)

ANEXO 5: ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO



Foto 1: Preparación del concreto patrón para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia



Foto 2: Elaboración de las probetas 4"x8" del diseño de mezcla patrón.  
Fuente: Elaboración propia

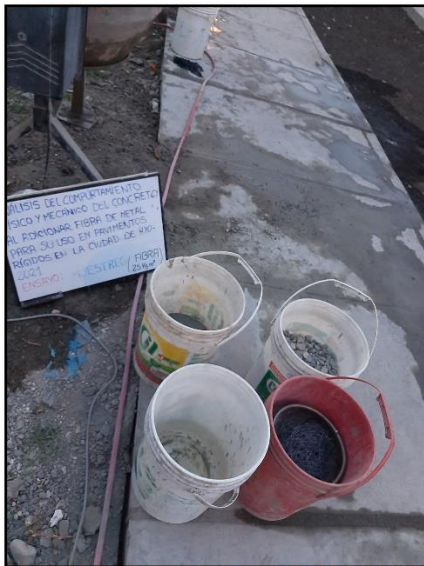


Foto 3: Materiales y fibra de metal dosificado para un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con  $20 \text{ kg/m}^3$  de fibra de metal.  
Fuente: Elaboración propia



Foto 4: Concreto fresco con  $25 \text{ kg/m}^3$  de fibra de metal.  
Fuente: Elaboración propia





Foto 5: Medición de temperatura del concreto fresco con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de metal.  
Fuente: Elaboración propia



Foto 6: Elaboración de probetas de 4"x8" de los concretos con fibra de metal de 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia



Foto 7: Compactado con la varilla de 5/8" en la elaboración de las vigas.  
Fuente: Elaboración propia



Foto 8: Probetas roturadas a los 3 días de curado.  
Fuente: Elaboración propia



Foto 9: Vaciado de vigas y probetas.  
Fuente: Elaboración propia



Foto 10: Elaboración del ensayo de la norma ASTM C 1579, para mayor detalle ver ANEXO 6.  
Fuente: Elaboración propia

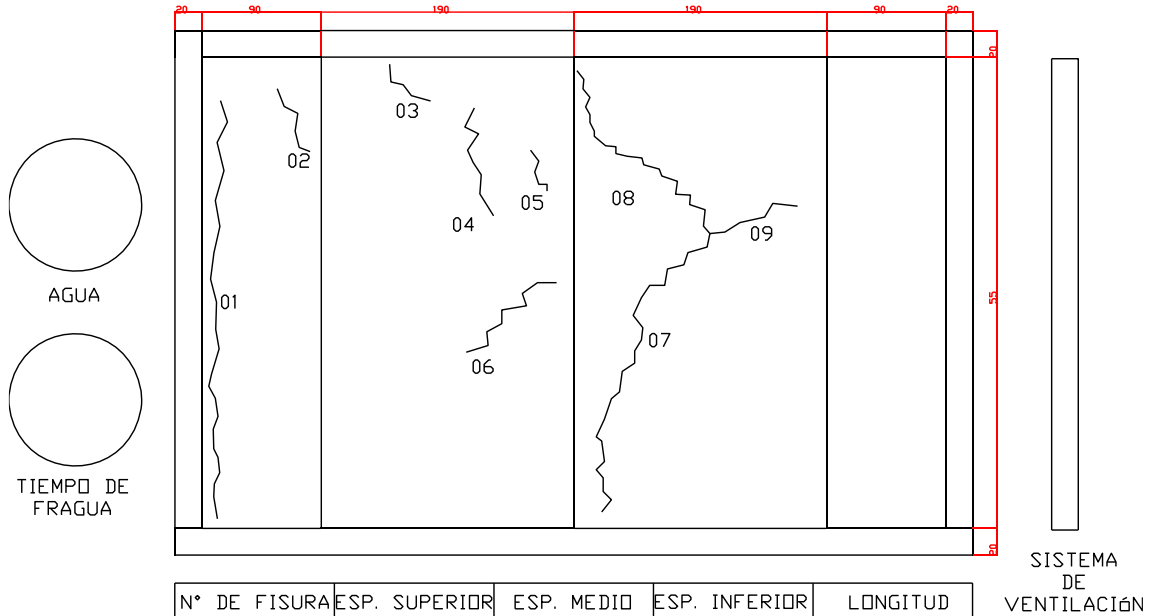


Foto 11: Identificación de las primeras fisuras después de las 6 horas de vaciado.  
Fuente: Elaboración propia



ANEXO 6: VISTA EN PLANTA DEL ENSAYO DEL PANEL RECTANGULAR CON FISURAS DIMENSIONADAS.

EVALUACIÓN DEL AGRIETAMIENTO  
POR RETRACCIÓN PLÁSTICA



| N° DE FISURA | ESP. SUPERIOR | ESP. MEDIO | ESP. INFERIOR | LONGITUD |
|--------------|---------------|------------|---------------|----------|
| 01           | 0.1mm         | 0.15mm     | 0.1mm         | 240mm    |
| 02           | 0.2mm         | 0.1mm      | 0.2mm         | 50mm     |
| 03           | 0.1mm         | 0.05mm     | 0.05mm        | 75mm     |
| 04           | 0.1mm         | 0.05mm     | 0.05mm        | 30mm     |
| 05           | 0.05mm        | 0.05mm     | 0.05mm        | 40mm     |
| 06           | 0.15mm        | 0.1mm      | 0.05mm        | 40mm     |
| 07           | 0.05mm        | 0.05mm     | 0.05mm        | 300mm    |
| 08           | 0.05mm        | 0.25mm     | 0.05mm        | 30mm     |
| 09           | 0.05mm        | 0.1mm      | 0.05mm        | 40mm     |

*ANEXO 7: CERTIFICADOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS*



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

**N° DE CERTIFICADO:** 001-TFGF-01  
**CLIENTE:** Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
**PROYECTO:** "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"  
**SOLICITANTE:** Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
**CANTERA A.F.:** Mito  
**CANTERA A.G.:** Burgos - Pilcomayo  
**FECHA DE EMISION:** 23/7/2021

**GRANULOMETRÍA**  
**CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.012  
 TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

| TAMIZ  | DIAMETRO DEL TAMIZ | GRANULOMETRÍA      |              |                |             | HUSO: Arena Gruesa |        |
|--------|--------------------|--------------------|--------------|----------------|-------------|--------------------|--------|
|        |                    | PESO RETENIDO (gr) | (%) RETENIDO | (%) RET. ACUM. | (%) Q' PASA | MINIMO             | MAXIMO |
| 1/2"   | 12.700             | 0.00               | 0.00         | 0.00           | 100.00      | 100                | 100    |
| 3/8"   | 9.525              | 0.00               | 0.00         | 0.00           | 100.00      | 100                | 100    |
| N° 4   | 4.75               | 84.49              | 12.09        | 12.09          | 87.91       | 100                | 95     |
| N° 8   | 2.36               | 80.45              | 11.51        | 23.60          | 76.40       | 100                | 80     |
| N° 16  | 1.18               | 68.87              | 9.86         | 33.46          | 66.54       | 85                 | 50     |
| N° 30  | 0.59               | 90.87              | 13.00        | 46.46          | 53.54       | 60                 | 25     |
| N° 50  | 0.297              | 222.75             | 31.88        | 78.34          | 21.66       | 30                 | 10     |
| N° 100 | 0.149              | 120.72             | 17.28        | 95.62          | 4.38        | 10                 | 2      |
| N° 200 | 0.07               | 24.71              | 3.54         | 99.15          | 0.85        |                    |        |
| FONDO  | 0.000              | 5.91               | 0.85         | 100.00         | 0.00        |                    |        |
| SUMA   |                    | 698.77             | 100.00       |                |             |                    |        |

M.F= 2.90



*Nancy M. Montañez Huanteñ*  
 Nancy M. Montañez Huanteñ  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198160

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

**N° DE CERTIFICADO:** 001-TFGG-01  
**CLIENTE:** Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Ríos Morales  
**PROYECTO:** TESIS: "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"  
**SOLICITANTE:** Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Ríos Morales  
**CANTERA A.F.:** Mito  
**CANTERA A.G.:** Burgas - Pilcomayo  
**FECHA DE EMISION:** viernes, 23 de julio de 2021

**GRANULOMETRÍA**  
**CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.012  
 TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

| GRANULOMETRÍA |                    |                    |              |                |             | HUSO: 56 |        |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------|----------------|-------------|----------|--------|
| TAMIZ         | DIAMETRO DEL TAMIZ | PESO RETENIDO (gr) | (%) RETENIDO | (%) RET. ACUM. | (%) Q' PASA | MINIMO   | MAXIMO |
| 2"            | 50.800             | 0.00               | 0.00         | 0.00           | 100.00      | 100      | 100    |
| 1 1/2"        | 38.1               | 0.00               | 0.00         | 0.00           | 100.00      | 100      | 100    |
| 1"            | 25.4               | 0.00               | 0.00         | 0.00           | 100.00      | 100      | 90     |
| 3/4"          | 19.05              | 1043.30            | 35.73        | 35.73          | 64.27       | 85       | 40     |
| 1/2"          | 12.700             | 1838.90            | 62.97        | 98.70          | 1.30        | 40       | 10     |
| 3/8"          | 9.525              | 35.70              | 1.22         | 99.92          | 0.08        | 15       | 0      |
| N° 4          | 4.75               | 0.00               | 0.00         | 99.92          | 0.08        | 5        | 0      |
| N° 8          | 2.36               | 0.00               | 0.00         | 99.92          | 0.08        | 0        | 0      |
| N° 16         | 1.18               | 0.00               | 0.00         | 99.92          | 0.08        | 0        | 0      |
| N° 30         | 0.59               | 0.00               | 0.00         | 99.92          | 0.08        | 0        | 0      |
| N° 50         | 0.297              | 0.00               | 0.00         | 99.92          | 0.08        | 0        | 0      |
| N° 100        | 0.149              | 0.00               | 0.00         | 99.92          | 0.08        | 0        | 0      |
| FONDO         | 0.000              | 2.20               | 0.08         | 100.00         | 0.00        |          |        |
| SUMA          |                    | 2920.10            | 100.00       |                |             |          |        |

M.F=- 7.35 T.M= 1" TMN= 3/4"



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI - 004:1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO  
 QA/QC  
 INGENIERA CIVIL  
 Nancy M. Montoya Huamán  
 004:1993

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqacexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO : 001-TFPE-01  
 CLIENTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 PROYECTO : "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"  
 SOLICITANTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 CANTERA A.F. : Mito  
 CANTERA A.G. : Burgos - Pilcomayo  
 FECHA DE EMISION : 23/7/2021

PESO ESPECIFICO  
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.021

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso específico del agregado.

| PESO ESPECIFICO - AGREGADO FINO                   |                   |         |        |         |
|---|-------------------|---------|--------|---------|
| DATOS   | UND               | M1      | M2     | M3      |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO | g                 | 500     | 500    | 500     |
| PESO FIOLA + AGUA                                 | g                 | 722.98  | 688.22 | 718.18  |
| PESO FIOLA + AGUA + PESO DE LA MUESTRA SSS        | g                 | 1028.91 | 978.41 | 1025.81 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA                           | g                 | 481.42  | 492.82 | 492.41  |
| PESO ESPECIFICO DE MUESTRAS                       | g/cm <sup>3</sup> | 2.55    | 2.57   | 2.56    |
| PESO ESPECIFICO DE MASA                           | g/cm <sup>3</sup> | 2.56    |        |         |
| PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SSS                 | g/cm <sup>3</sup> | 2.60    |        |         |
| PESO ESPECIFICO APARENTE                          | g/cm <sup>3</sup> | 2.67    |        |         |
| % ABSORCION DE MUESTRAS                           | %                 | 1.75    | 1.46   | 1.54    |
| % ABSORCION                                       | %                 | 1.58    |        |         |

| PESO ESPECIFICO - AGREGADO GUESO                                      |                   |        |        |        |
|---|-------------------|--------|--------|--------|
| DATOS   | UND               | M1     | M2     | M3     |
| PESO DE LA MUESTRA SECO AL HORNO                                      | g                 | 1961.8 | 1984.1 | 1984.4 |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO                     | g                 | 2000   | 2000   | 2000   |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO + CANASTA | g                 | 2066   | 2099   | 2099   |
| PESO DE LA CANASTILLA   | g                 | 653    | 849    | 850    |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO           | g                 | 1242   | 1250   | 1249   |
| PESO ESPECIFICO DE MASA   | g/cm <sup>3</sup> | 2.615  | 2.645  | 2.642  |
| PROMEDIO PESO ESPECIFICO DE MASA                                      | g/cm <sup>3</sup> | 2.63   |        |        |
| PROMEDIO PESO ESPECIFICO SSS  | g/cm <sup>3</sup> | 2.66   |        |        |
| PROMEDIO PESO ESPECIFICO APARENTE                                     | g/cm <sup>3</sup> | 2.69   |        |        |
| % ABSORCION DE MUESTRAS   | %                 | 0.818  | 0.801  | 0.788  |
| PROMEDIO % ABSORCION  | %                 | 0.84   |        |        |



*Nancy M. Montañez Huamán*  
 Nancy M. Montañez Huamán  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO : 001-TFPU-01  
 CLIENTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 PROYECTO : "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"  
 SOLICITANTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 CANTERA A.F. : Mito  
 CANTERA A.G. : Burgos - Píocomayo  
 FECHA DE EMISION : 23/7/2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO  
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

| PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO FINO          |       |        |        |        |
|---|-------|--------|--------|--------|
| I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS         | UND   | M1     | M2     | M3     |
| PESO DEL RECIPIENTE (kg)                    | kg    | 2.12   | 2.12   | 2.12   |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | kg    | 8.44   | 6.44   | 6.450  |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)              | kg    | 4.32   | 4.32   | 4.33   |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)                 | m3    | 0.0028 | 0.0028 | 0.0028 |
| PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)           | kg/m3 | 1526   | 1526   | 1529   |
| PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)           | kg/m3 | 1527   |        |        |

| PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO FINO          |       |        |        |        |
|---|-------|--------|--------|--------|
| II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS        | UND   | M1     | M2     | M3     |
| PESO DEL RECIPIENTE (kg)                        | kg    | 2.12   | 2.12   | 2.12   |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (kg) | kg    | 6.680  | 6.72   | 6.73   |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)              | kg    | 4.56   | 4.60   | 4.61   |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)                     | m3    | 0.0028 | 0.0028 | 0.0028 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)           | kg/m3 | 1610   | 1624   | 1628   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)           | kg/m3 | 1621   |        |        |



*Nancy M. Montes*  
 Nancy M. Montes Jarama  
 INGENIERA CML  
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO : 001-TFPJ-02  
 CLIENTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 PROYECTO : "Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021"  
 SOLICITANTE : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 CANTERA A.F. : Mto  
 CANTERA A.G. : Burgos - Pícomayo  
 FECHA DE EMISION : 23/7/2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO  
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

| PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO GRUESO           |                   |        |        |        |
|--|-------------------|--------|--------|--------|
| I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS            | UND               | M1     | M2     | M3     |
| PESO DEL RECIPIENTE (kg)                       | kg                | 4.14   | 4.14   | 4.14   |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg)    | kg                | 17.72  | 17.58  | 17.51  |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)                 | kg                | 13.59  | 13.43  | 13.38  |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )       | m <sup>3</sup>    | 0.0094 | 0.0094 | 0.0094 |
| PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m <sup>3</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> | 1440   | 1423   | 1417   |
| PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m <sup>3</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> |        | 1427   |        |

| PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO GRUESO           |                   |        |        |        |
|--|-------------------|--------|--------|--------|
| II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS           | UND               | M1     | M2     | M3     |
| PESO DEL RECIPIENTE (kg)                           | kg                | 4.14   | 4.14   | 4.14   |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (kg)    | kg                | 18.74  | 18.55  | 18.66  |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)                 | kg                | 14.605 | 14.42  | 14.525 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )           | m <sup>3</sup>    | 0.0094 | 0.0094 | 0.0094 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m <sup>3</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> | 1547   | 1527   | 1539   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m <sup>3</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> |        | 1538   |        |



*Nancy Al Montañez Huadrich*  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 196168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)



*ANEXO 8: CERTIFICADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS*



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 1 de 8

**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CEMENTO ANDINO TIPO I**

DISEÑO DE MEZCLA :  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con  $0 \text{ kg/m}^3$  de FIBRA WIRAND FF3  
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , PATRON  
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

| PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO          | AGREGADO GRUESO        |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO UNITARIO SUELTO                 | 1527 kg/m <sup>3</sup> | 1427 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO COMPACTADO             | 1621 kg/m <sup>3</sup> | 1538 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO ESPECIFICO DE MASA              | 2.56 g/cm <sup>3</sup> | 2.63 g/cm <sup>3</sup> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)             | 1.00%                  | 0.52%                  |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN              | 1.58%                  | 0.84%                  |
| MODULO DE FINURA                     | 2.9                    | 7.35                   |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL                | -                      | 3/4"                   |
| PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO          | 3.15 g/cm <sup>3</sup> |                        |

**DISEÑO DE MEZCLA**

**PASO 01: Determinación de  $f_{cr}$**  *Nota:* Se suma a  $f_c$

|                                |                         |    |
|--------------------------------|-------------------------|----|
| $f_c = 280$                    | $f_c < 210$             | 70 |
| $f_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$ | $210 \leq f_c \leq 350$ | 84 |
|                                | $f_c > 350$             | 98 |

**PASO 02: Cálculo de Agua**

|                         |   |            |
|-------------------------|---|------------|
| (%) AIRE ATRAPADO = 2 % | 2 | 296        |
| SLUMP = 4"              | 4 | X = 200.00 |
| T <sub>max</sub> = 3/4" | 4 | 200        |
| AGUA = 200.00 lt.       |   |            |

**PASO 03: Cálculo de Cemento**

|                    |     |           |
|--------------------|-----|-----------|
| $f_{cr} = 364$     | 400 | 0.43      |
| a/c = interpolar   | 364 | X = 0.466 |
| a/c interp. = 0.47 | 350 | 0.48      |
| Cemento = 426 kg.  |     |           |

*Nancy M. Alvarado Huamani*  
 INGENERA CIVIL  
 CIP N° 198188

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)



**PASO 04: Cálculo de Pd y Ar**

Vol. Pd+Ar = 0.645

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

|              |    |        |      |      |
|--------------|----|--------|------|------|
| %Pd = 53.26% | 8  | -----> | 5.11 |      |
| %Ar = 46.74% | 9  | -----> | 5.19 |      |
| Pd = 905.00  | 10 | -----> | X =  | 5.27 |
| Ar = 771.00  |    |        |      |      |

**PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad**

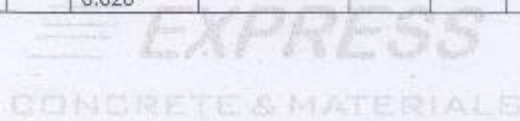
Pd = 909.71 kg.  
Ar = 778.71 kg.

**PASO 06: Corrección de Agua**

H2O-Pd = -2.90  
H2O-Ar = -4.47  
H2O-Obra = 207.4 lt.

**CUADRO DE RESUMEN**

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO |      |               |           | DISEÑO EN OBRA |           |                      |                         |       |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------|
|            | PESO            | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO           | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x8" (3kg) | VIGA 50X15X15 cm (35kg) |       |
| CEMENTO    | 426             | 3.15 | 0.135         | 1         | 426            | 1         | 0.55                 | 6.42                    |       |
| FIBRA      | 0.0             | 7.86 | 0.000         | 0.000     | 0              | 0.000     | 0.000                | 0.00                    |       |
| AGUA       | 200             | 1    | 0.200         | 0.469     | 207            | 0.486     | 0.27                 | 3.12                    |       |
| PIEDRA     | 905             | 2.63 | 0.344         | 0.645     | 2.124          | 910       | 2.136                | 1.18                    | 13.71 |
| ARENA      | 771             | 2.56 | 0.301         |           | 1.810          | 779       | 1.829                | 1.01                    | 11.74 |
| AIRE %     | 2               |      | 0.020         |           |                |           |                      |                         |       |



*Nancy M. Montañez Alvarado*  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 198158

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)  
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo      cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CEMENTO ANDINO TIPO I**

DISEÑO DE MEZCLA :  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con  $20 \text{ kg/m}^3$  de FIBRA WIRAND FF3  
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , DOSIS  $20 \text{ kg/m}^3$  DE FIBRA WIRAND FF3  
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

| PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO          | AGREGADO GRUESO        |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO UNITARIO SUELTO                 | 1527 kg/m <sup>3</sup> | 1427 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO COMPACTADO             | 1621 kg/m <sup>3</sup> | 1538 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO ESPECIFICO DE MASA              | 2.56 g/cm <sup>3</sup> | 2.63 g/cm <sup>3</sup> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)             | 1.00%                  | 0.52%                  |
| PORCENTAJE DE ABSORCION              | 1.58%                  | 0.84%                  |
| MODULO DE FINURA                     | 2.9                    | 7.35                   |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL                |                        | 3/4"                   |
| PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO          | 3.15 g/cm <sup>3</sup> |                        |

**DISEÑO DE MEZCLA**

| PASO 01: Determinación de $f_{cr}$ |     | Nota:                   | Se suma a $f_c$   |
|------------------------------------|-----|-------------------------|-------------------|
| $f_c = 280$                        |     | $f_c < 210$             | 70                |
| $f_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$     |     | $210 \leq f_c \leq 350$ | 84                |
|                                    |     | $f_c > 350$             | 98                |
| <b>PASO 02: Cálculo de Agua</b>    |     |                         |                   |
| (%) AIRE ATRAPADO                  | 2 % | 2                       | -----> 296        |
| SLUMP = 4"                         |     | 4                       | -----> X = 200.00 |
| T <sub>max</sub> = 3/4"            |     | 4                       | -----> 200        |
| AGUA = 200.00                      | lt. |                         |                   |
| <b>PASO 03: Cálculo de Cemento</b> |     |                         |                   |
| $f_{cr} = 364$                     | 400 | ----->                  | 0.43              |
| a/c = Interpolar                   | 364 | ----->                  | X = 0.466         |
| a/c interp. = 0.47                 | 350 | ----->                  |                   |
| Cemento = 426                      | kg. |                         |                   |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píscomaayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)



**PASO 04: Calculo de Pd y Ar**

Vol. Pd+Ar = 0.642

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

|              |    |        |      |      |
|--------------|----|--------|------|------|
| %Pd = 53.26% | 8  | -----> | 5.11 |      |
| %Ar = 46.74% | 9  | -----> | 5.19 |      |
| Pd = 899.00  | 10 | -----> | X=   | 5.27 |
| Ar = 768.00  |    |        |      |      |

**PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad**

Pd = 903.67 kg.  
Ar = 775.68 kg.

**PASO 06: Corrección de Agua**

H2O-Pd = -2.88  
H2O-Ar = -4.45  
H2O-Obra = 207.3 ft.

**CUADRO DE RESUMEN**

| DISEÑO ESTÁTICO |      |      |               |           | DISEÑO EN OBRA |           |                      |                         |
|-----------------|------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|
| MATERIALES      | PESO | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO           | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x8" (3kg) | VIGA 50X15X15 cm (35kg) |
| CEMENTO         | 426  | 3.15 | 0.135         | 1         | 426            | 1         | 0.55                 | 6.39                    |
| FIBRA           | 20.0 | 7.86 | 0.003         | 0.047     | 20             | 0.047     | 0.026                | 0.30                    |
| AGUA            | 200  | 1    | 0.200         | 0.469     | 207            | 0.486     | 0.27                 | 3.11                    |
| PIEDRA          | 899  | 2.63 | 0.342         | 0.642     | 2.110          | 904       | 2.122                | 1.16                    |
| ARENA           | 768  | 2.56 | 0.300         |           | 1.803          | 776       | 1.822                | 1.00                    |
| AIRE %          | 2    |      | 0.020         |           |                |           |                      |                         |

CONCRETE & MATERIALS



*Nancy M. Montañez Huaman*  
Nancy M. Montañez Huaman  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)  
Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: [areadqceexpress@gmail.com](mailto:areadqceexpress@gmail.com)



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO -  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CEMENTO ANDINO TIPO I**

DISEÑO DE MEZCLA :  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con  $25 \text{ kg/m}^3$  de FIBRA WIRAND FF3  
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , DOSIS  $25 \text{ kg/m}^3$  DE FIBRA WIRAND FF3**  
**DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO          | AGREGADO GRUESO        |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO UNITARIO SUELTO                 | 1527 kg/m <sup>3</sup> | 1427 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO COMPACTADO             | 1621 kg/m <sup>3</sup> | 1538 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA              | 2.56 g/cm <sup>3</sup> | 2.63 g/cm <sup>3</sup> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)             | 1.00%                  | 0.52%                  |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN              | 1.58%                  | 0.84%                  |
| MODULO DE FINURA                     | 2.9                    | 7.35                   |
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL                | -                      | 3/4"                   |
| PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO          | 3.15 g/cm <sup>3</sup> |                        |

**DISEÑO DE MEZCLA**

|  |                         |                 |
|--|-------------------------|-----------------|
| <b>PASO 01: Determinación de <math>f'cr</math></b> | <b>Nota:</b>            | Se suma a $f'c$ |
| $f'c = 280$  |                         |                 |
| $f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$                       |                         |                 |
|  | $f'c < 210$             | 70              |
|  | $210 \leq f'c \leq 350$ | 84              |
|  | $f'c > 350$             | 98              |
| <b>PASO 02: Cálculo de Agua</b>                    |                         |                 |
| (%) AIRE ATRAPADO = 2 %                            | 2                       | 296             |
| SLUMP = 4"   | 4                       | X = 200.00      |
| $T_{nmax} = 3/4"$                                  | 4                       | 200             |
| AGUA = 200.00 lt.                                  |                         |                 |
| <b>PASO 03: Cálculo de Cemento</b>                 | 400                     | 0.43            |
| $f'cr = 364$                                       | 364                     | X = 0.466       |
| a/c = interpolar                                   | 350                     | 0.48            |
| a/c interp. = 0.47                                 |                         |                 |
| Cemento = 426 kg.                                  |                         |                 |



*Nancy M. Montañez Huamán*  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198168



**PASO 04:** *Calculo de Pd y A*

Val. Pd+Ar = 0.642

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

|              |    |        |      |      |
|--------------|----|--------|------|------|
| %Pd = 53.26% | 8  | -----> | 5.11 |      |
| %Ar = 46.74% | 9  | -----> | 5.19 |      |
| Pd = 899.00  | 10 | -----> | X=   | 5.27 |
| Ar = 768.00  |    |        |      |      |

**PASO 05:** *Corrección de Pd y Ar por Humedad*

Pd = 903.67 kg.

Ar = 775.68 kg.

**PASO 06:** *Corrección de Agua*

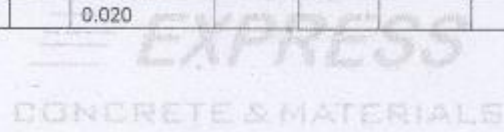
H2O-Pd = -2.88

H2O-Ar = -4.45

H2O-Obra = 207.3 lt.

**CUADRO DE RESUMEN**

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO |      |               |           | DISEÑO EN OBRA |           |                      |                         |       |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------|
|            | PESO            | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO           | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x8" (3kg) | VIGA 50X15X15 cm (35kg) |       |
| CEMENTO    | 426             | 3.15 | 0.135         | 1         | 426            | 1         | 0.55                 | 6.38                    |       |
| FIBRA      | 25.0            | 7.86 | 0.003         | 0.059     | 25             | 0.059     | 0.032                | 0.37                    |       |
| AGUA       | 200             | 1    | 0.200         | 0.469     | 207            | 0.486     | 0.27                 | 3.10                    |       |
| PIEDRA     | 899             | 2.63 | 0.342         | 0.642     | 2.110          | 904       | 2.122                | 1.16                    | 13.53 |
| ARENA      | 768             | 2.56 | 0.300         |           | 1.803          | 776       | 1.822                | 1.00                    | 11.62 |
| AIRE %     | 2               |      | 0.020         |           |                |           |                      |                         |       |



*Nancy M. M...*  
**Nancy M. M...**  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004-1993)  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo      cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
 e-mail: [areaaqcexpress@gmail.com](mailto:areaaqcexpress@gmail.com)





QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 7 de 8

**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CEMENTO ANDINO TIPO I**

DISEÑO DE MEZCLA :  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con  $30 \text{ kg/m}^3$  de FIBRA WIRAND FF3  
 FECHA DE ENSAYO : 02/08/2021  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**DISEÑO  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , DOSIS  $30 \text{ kg/m}^3$  DE FIBRA WIRAND FF3  
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO          | AGREGADO GRUESO        |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO UNITARIO SUELTO                 | 1527 kg/m <sup>3</sup> | 1427 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO COMPACTADO             | 1621 kg/m <sup>3</sup> | 1538 kg/m <sup>3</sup> |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA              | 2.56 g/cm <sup>3</sup> | 2.63 g/cm <sup>3</sup> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)             | 1.00%                  | 0.52%                  |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN              | 1.58%                  | 0.84%                  |
| MODULO DE FINURA                     | 2.9                    | 7.35                   |
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL                |                        | 3/4"                   |
| PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO          | 3.15 g/cm <sup>3</sup> |                        |

**DISEÑO DE MEZCLA**

**PASO 01: Determinación de  $f'_{cr}$**  *Nota:* Se suma a  $f'_c$


|                                 |                          |    |
|---------------------------------|--------------------------|----|
| $f'_c = 280$                    | $f'_c < 210$             | 70 |
| $f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$ | $210 \leq f'_c \leq 350$ | 84 |
|                                 | $f'_c > 350$             | 98 |

**PASO 02: Cálculo de Agua**

|                         |   |        |     |        |
|-------------------------|---|--------|-----|--------|
| (%) AIRE ATRAPADO = 2 % | 2 | -----> | 296 |        |
| SLUMP = 4"              | 4 | -----> | X = | 200.00 |
| T <sub>max</sub> = 3/4" | 4 | -----> | 200 |        |
| AGUA = 200.00 lt.       |   |        |     |        |

**PASO 03: Cálculo de Cemento**

|                              |     |        |           |
|------------------------------|-----|--------|-----------|
| $f'_{cr} = 364$              | 400 | -----> | 0.43      |
| $a/c = \text{interpolar}$    | 364 | -----> | X = 0.466 |
| $a/c \text{ interp.} = 0.47$ | 350 | -----> | 0.48      |
| Cemento = 426 kg.            |     |        |           |



Nancy M. Montañez Huamán  
 INGENIERA CIVIL  
 CIPN° 190168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI Nº 1393)  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
 e-mail: [areaqaqceexpress@gmail.com](mailto:areaqaqceexpress@gmail.com)





QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



Página 8 de 8

**PASO 04: Cálculo de Pd y Ar**

Vol. Pd+Ar = 0.641

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

|       |        |    |        |      |      |
|-------|--------|----|--------|------|------|
| %Pd = | 53.26% | 8  | -----> | 5.11 |      |
| %Ar = | 46.74% | 9  | -----> | 5.19 |      |
| Pd =  | 897.00 | 10 | -----> | X =  | 5.27 |
| Ar =  | 768.00 |    |        |      |      |

**PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad**

Pd = 901.66 kg.  
Ar = 775.68 kg.

**PASO 06: Corrección de Agua**

H2O-Pd = -2.87  
H2O-Ar = -4.45  
H2O-Obra = 207.3 lt.

**CUADRO DE RESUMEN**

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO |      |               |           | DISEÑO EN OBRA |           |                      |                         |       |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------|
|            | PESO            | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO           | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x8" (3kg) | VIGA 50X15X15 cm (35kg) |       |
| CEMENTO    | 426             | 3.15 | 0.135         | 1         | 426            | 1         | 0.55                 | 6.37                    |       |
| FIBRA      | 30.0            | 7.86 | 0.004         | 0.070     | 30             | 0.070     | 0.038                | 0.45                    |       |
| AGUA       | 200             | 1    | 0.200         | 0.469     | 207            | 0.486     | 0.27                 | 3.10                    |       |
| PIEDRA     | 897             | 2.63 | 0.341         | 0.641     | 2.106          | 902       | 2.117                | 1.16                    | 13.48 |
| ARENA      | 768             | 2.56 | 0.300         |           | 1.803          | 776       | 1.822                | 0.99                    | 11.60 |
| A/RE %     | 2               |      | 0.020         |           |                |           |                      |                         |       |



*Rancy M. Montañez Huaman*  
Rancy M. Montañez Huaman  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 136168

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)  
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo      cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

*ANEXO 9: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO*



**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

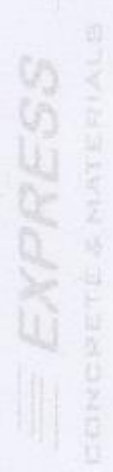


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 01-TFA-01  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAJRA, KREMLIN JOHNNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : \*ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021\*  
 FECHA DE ELABORACIÓN : 27/9/2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 27/9/2021

**ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo NTP 339.035 - ASTM C143)

| DISEÑO DE MEZCLA                  | F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE ENSAYO | SLUMP 1 (in) | SLUMP 2 (in) | SLUMP 3 (in) | SLUMP PROMEDIO (in) | PROMEDIO DE 3 3 <sup>er</sup> DEL AMBIENTE (°C) | PROMEDIO DE 3 1 <sup>er</sup> DEL CONCRETO (°C) |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---|---|
| SIN FIBRA                         | 280                                  | 27/9/2021       | 4            | 4            | 3 3/4        | 4                   | 23.00   | 23.50   |
| 20 kg DE FIBRA POR m <sup>3</sup> | 280                                  | 27/9/2021       | 3 1/2        | 3 1/2        | 3 1/2        | 3 1/2               | 23.00   | 21.50   |
| 25 kg DE FIBRA POR m <sup>3</sup> | 280                                  | 27/9/2021       | 3            | 3            | 3            | 3                   | 22.50   | 19.50   |
| 30 kg DE FIBRA POR m <sup>3</sup> | 280                                  | 27/9/2021       | 2 1/2        | 2 1/2        | 2 1/2        | 2 1/2               | 23.00   | 20.00   |



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC  
 el presente documento no deberá emplearse sin autorización expresa del Laboratorio, salvo de la reproducción para su uso personal para fines académicos en sus webs.  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píscomaayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702625 - e-mail: [arabqacexpress@gmail.com](mailto:arabqacexpress@gmail.com)



# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



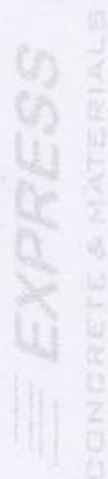
## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 01-TF-CA-01  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN: 27/8/2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 27/8/2021

### ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE (NTP 339.046 - ASTM C138)

| DISEÑO DE MEZCLA                  | $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE ENSAYO | CONTENIDO DE AIRE 1 (%) | CONTENIDO DE AIRE 2 (%) | CONTENIDO DE AIRE 3 (%) | CONTENIDO DE AIRE PROMEDIO (%) | PROMEDIO DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C) |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|
| SIN FIBRA                         | 280                         | 27/8/2021       | 1.5                     | 1.4                     | 1.5                     | 1.5%                           | 23.50  |
| 20 kg DE FIBRA POR m <sup>3</sup> | 280                         | 27/8/2021       | 1.9                     | 2.0                     | 1.8                     | 1.9%                           | 23.00  |
| 25 kg DE FIBRA POR m <sup>3</sup> | 280                         | 27/8/2021       | 2.2                     | 2.1                     | 2.2                     | 2.2%                           | 23.50  |
| 30 kg DE FIBRA POR m <sup>3</sup> | 280                         | 27/8/2021       | 2.7                     | 2.8                     | 2.5                     | 2.7%                           | 22.50  |



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARBOU GROUP SAC. Si este documento no lleva modificaciones de AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SOLA MENUAKE NECESARIO: QP-0041993).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 - Pilcomayo - Huancayo - cel. RPM 920137591 - RPC 979702825 - e-mail: [aragocconcrete@gmail.com](mailto:aragocconcrete@gmail.com)



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

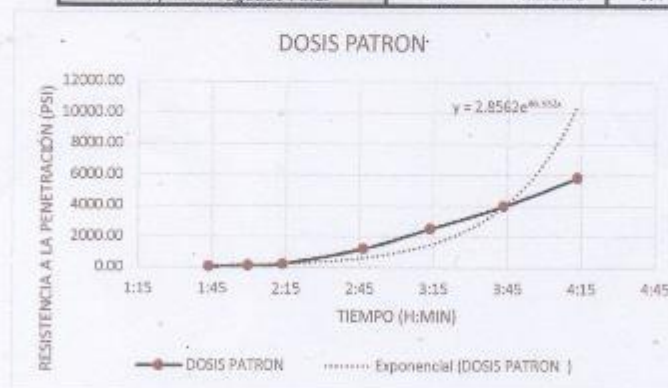
EXPEDIENTE : 01-TF-KP-01  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 9/6/2021  
 FECHA DE EMISION: 16/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO  
 NTP 339.082 – ASTM C403**

**DOSIS PATRON**

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1 |                                     |                                   |                                    |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg2) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 12:20                          | 0                                   | 0:00                              | 0                                  | 0               | 0                                  | 26.0             | 23.0              |
| 14:04                          | 104                                 | 1:44                              | 0.994                              | 50              | 50.30                              | 31.8             | 22.0              |
| 14:20                          | 120                                 | 2:00                              | 0.994                              | 117             | 117.71                             | 34.6             | 23.0              |
| 14:34                          | 134                                 | 2:14                              | 0.519                              | 118             | 227.58                             | 34.3             | 22.0              |
| 15:07                          | 167                                 | 2:47                              | 0.110                              | 136             | 1231.88                            | 33.6             | 23.5              |
| 15:34                          | 194                                 | 3:14                              | 0.049                              | 124             | 2525.46                            | 30.0             | 22.8              |
| 16:04                          | 224                                 | 3:44                              | 0.028                              | 110             | 3985.51                            | 28.2             | 22.6              |
| 16:34                          | 254                                 | 4:14                              | 0.028                              | 181             | 5833.33                            | 31.5             | 19.9              |

|                            |             |      |           |
|----------------------------|-------------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 180 minutos | 2:39 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 224 minutos | 3:44 | Horas:min |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP. 004-1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Píicomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



*Nancy M. Montañez Huaman*  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198158  
 RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 01 - TF -KP- 02  
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 9/8/2021  
 FECHA DE EMISION: 16/8/2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO  
 NTP 339.082 - ASTM C403

DOSIS PATRON

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2 |                                     |                                   |   |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 12:20                          | 0                                   | 0:00                              | 0   | 0               | 0                                  | 26.1             | 23.0              |
| 14:04                          | 104                                 | 1:44                              | 0.994   | 50              | 50.30                              | 31.6             | 22.0              |
| 14:20                          | 120                                 | 2:00                              | 0.994   | 175             | 176.06                             | 34.4             | 23.0              |
| 14:34                          | 134                                 | 2:14                              | 0.519   | 132             | 254.58                             | 34.0             | 22.0              |
| 15:07                          | 167                                 | 2:47                              | 0.110   | 82              | 742.75                             | 32.6             | 23.5              |
| 15:34                          | 194                                 | 3:14                              | 0.049   | 125             | 2545.82                            | 30.0             | 22.8              |
| 16:04                          | 224                                 | 3:44                              | 0.028   | 99              | 3586.96                            | 30.0             | 22.6              |
| 16:34                          | 254                                 | 4:14                              | 0.028   | 165             | 5978.26                            | 29.7             | 19.9              |

|                           |             |      |           |
|---------------------------|-------------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado inicio | 160 minutos | 2:39 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final  | 227 minutos | 3:46 | Horas:min |

CONCRETE & MATERIALS



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI Nº GP-004-2003)

*[Signature]*  
 Nancy M. Muñozhez Huaman  
 INGENERA CML  
 CIP N° 195168

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

RPM 920137591 RPC 979702825

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

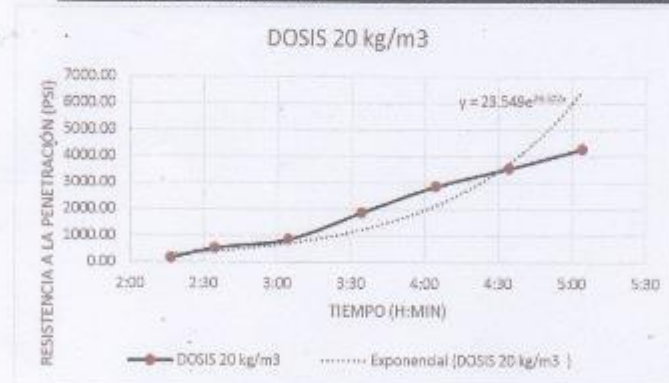
EXPEDIENTE : 02 - TF - KP - 01  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 10/8/2021  
 FECHA DE EMISION: 17/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUÁ DEL CONCRETO  
 NTP 339.082 - ASTM C403**

DOSIS 20 kg/m<sup>3</sup>

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1 |                                     |                                    |   |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulad o (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 12:45                          | 0                                   | 0:00                               | 0   | 0               | 0                                  | 22.7             | 22.2              |
| 15:02                          | 137                                 | 2:17                               | 0.994   | 150             | 150.91                             | 32.4             | 20.5              |
| 15:20                          | 155                                 | 2:35                               | 0.249   | 130             | 523.14                             | 30.6             | 20.6              |
| 15:50                          | 185                                 | 3:05                               | 0.110   | 94              | 851.45                             | 30.6             | 23.4              |
| 16:20                          | 215                                 | 3:35                               | 0.049   | 92              | 1873.73                            | 28.4             | 23.2              |
| 16:50                          | 245                                 | 4:05                               | 0.028   | 79              | 2862.32                            | 27.4             | 18.9              |
| 17:20                          | 275                                 | 4:35                               | 0.028   | 98              | 3650.72                            | 27.2             | 17.0              |
| 17:50                          | 305                                 | 5:05                               | 0.028   | 118             | 4275.36                            | 27.0             | 17.0              |

|                            |     |         |      |           |
|----------------------------|-----|---------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 185 | minutos | 2:45 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 279 | minutos | 4:38 | Horas:min |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP- 004:1993)



*Nancy M. Montesinos Huaman*  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198158

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

CEL: RPM 920137591    RPC 979702825



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 02 - TF - KP - 02  
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 10/8/2021  
 FECHA DE EMISION: 17/8/2021

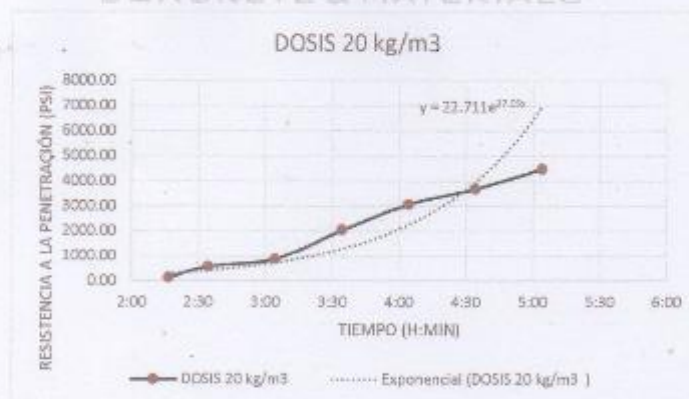
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO  
 NTP 339.082 - ASTM C403

DOSIS 20 kg/m3

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2 |                                     |                                   |   |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 12:45                          | 0                                   | 0:00                              | 0   | 0               | 0                                  | 22.7             | 22.2              |
| 15:02                          | 137                                 | 2:17                              | 0.994   | 138             | 138.83                             | 30.1             | 20.5              |
| 15:20                          | 155                                 | 2:35                              | 0.249   | 142             | 571.43                             | 30.6             | 20.6              |
| 15:50                          | 185                                 | 3:05                              | 0.110   | 98              | 887.68                             | 30.8             | 23.4              |
| 16:20                          | 215                                 | 3:35                              | 0.049   | 101             | 2057.03                            | 29.4             | 23.2              |
| 16:50                          | 245                                 | 4:05                              | 0.028   | 85              | 3079.71                            | 28.5             | 16.9              |
| 17:20                          | 275                                 | 4:35                              | 0.028   | 102             | 3695.65                            | 28.0             | 17.0              |
| 17:50                          | 305                                 | 5:05                              | 0.028   | 124             | 4492.75                            | 27.4             | 17.0              |

|                            |             |      |           |
|----------------------------|-------------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 165 minutos | 2:44 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 275 minutos | 4:35 | Horas:min |

CONCRETE & MATERIALS



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP-004-1993)



*Nancy M. Montalvo*  
 NANCY M. MONTALVO  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 190188

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

tel: RPM 920137591 RPC 979702825



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

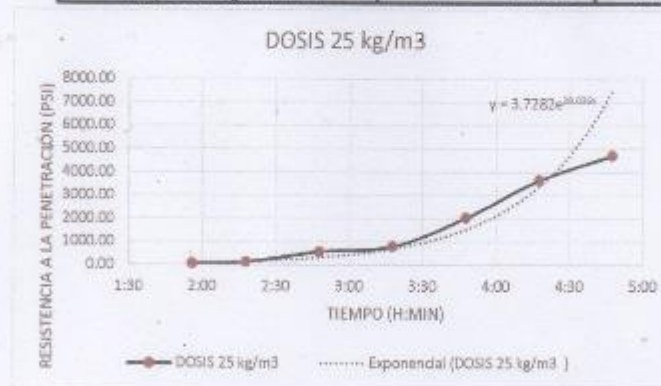
EXPEDIENTE : 03 - TF - KP - 01  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 11/8/2021  
 FECHA DE EMISION : 18/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO  
 NTP 339.082 - ASTM C403**

DOSIS 25 kg/m<sup>3</sup>

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1 |                                     |                                   |   |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 13:08                          | 0                                   | 0:00                              | 0   | 0               | 0                                  | 22.6             | 21.0              |
| 15:04                          | 116                                 | 1:56                              | 0.894   | 50              | 50.30                              | 33.6             | 20.4              |
| 15:26                          | 138                                 | 2:18                              | 0.994   | 123             | 123.74                             | 32.4             | 20.0              |
| 15:56                          | 168                                 | 2:48                              | 0.249   | 140             | 563.38                             | 31.0             | 23.0              |
| 16:26                          | 198                                 | 3:18                              | 0.110   | 88              | 797.10                             | 30.4             | 23.2              |
| 16:56                          | 228                                 | 3:48                              | 0.049   | 100             | 2036.66                            | 29.1             | 19.0              |
| 17:26                          | 258                                 | 4:18                              | 0.028   | 101             | 3659.42                            | 29.5             | 17.2              |
| 17:56                          | 288                                 | 4:48                              | 0.028   | 130             | 4710.14                            | 29.5             | 16.6              |

|                            |     |         |      |           |
|----------------------------|-----|---------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 185 | minutos | 3:05 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 264 | minutos | 4:24 | Horas:min |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-EP-004:1993)



*Nancy M. Montoya Huarcaya*  
 Nancy M. Montoya Huarcaya  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198168

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

CEL: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

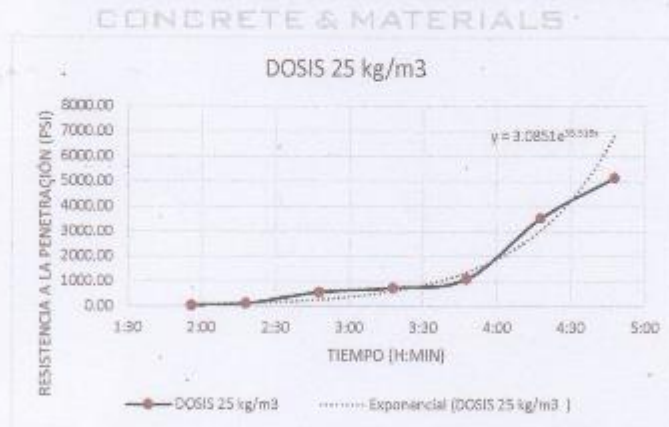
EXPEDIENTE : 03 - TF - KP - 02  
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 11/9/2021  
 FECHA DE EMISION : 18/9/2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO  
 NTP 339.062 - ASTM C403

DOSIS 25 kg/m<sup>3</sup>

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2 |                                     |                                     |   |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado o (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 13:08                          | 0                                   | 0:00                                | 0   | 0               | 0                                  | 22.6             | 21.0              |
| 15:04                          | 116                                 | 1:56                                | 0.994   | 40              | 40.24                              | 30.6             | 20.4              |
| 15:26                          | 138                                 | 2:18                                | 0.994   | 121             | 121.73                             | 30.0             | 20.0              |
| 15:56                          | 168                                 | 2:48                                | 0.249   | 141             | 567.40                             | 30.2             | 23.0              |
| 16:26                          | 198                                 | 3:18                                | 0.249   | 183             | 736.42                             | 29.4             | 23.2              |
| 16:56                          | 228                                 | 3:48                                | 0.110   | 123             | 1114.13                            | 29.0             | 19.0              |
| 17:26                          | 258                                 | 4:18                                | 0.049   | 174             | 3543.79                            | 29.0             | 17.2              |
| 17:56                          | 288                                 | 4:48                                | 0.026   | 142             | 5144.93                            | 28.6             | 16.6              |

|                            |             |      |           |
|----------------------------|-------------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 190 minutos | 3:10 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 288 minutos | 4:27 | Horas:min |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GR: 001/2004)

*Nancy M. Montañez Huaman*  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198158

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

CEL: 945 920137591 RPC 979702825

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

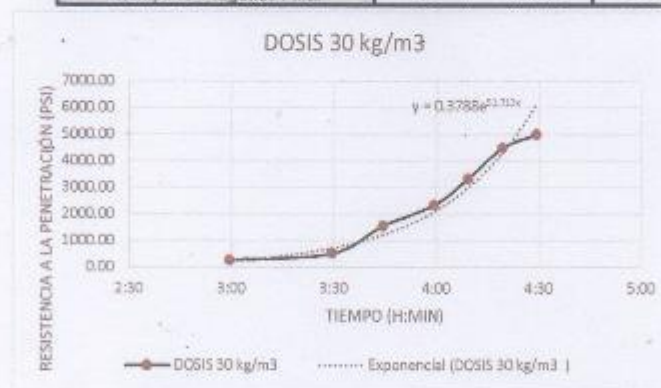
EXPEDIENTE : 04 - TF - KP- 01  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 12/8/2021  
 FECHA DE EMISION: 19/8/2021

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL CONCRETO  
 NTP 339.082 - ASTM C403**

DOSIS 30 kg/m3

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 1 |                                     |                                   |                                    |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg2) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 12:45                          | 0                                   | 0:00                              | 0                                  | 0               | 0                                  | 22.2             | 20.8              |
| 15:45                          | 180                                 | 3:00                              | 0.519                              | 130             | 250.72                             | 30.0             | 20.1              |
| 16:15                          | 210                                 | 3:30                              | 0.249                              | 128             | 515.09                             | 33.4             | 21.0              |
| 16:30                          | 225                                 | 3:45                              | 0.110                              | 172             | 1557.97                            | 32.6             | 22.1              |
| 16:45                          | 240                                 | 4:00                              | 0.049                              | 115             | 2342.16                            | 32.1             | 21.5              |
| 16:55                          | 250                                 | 4:10                              | 0.049                              | 164             | 3340.12                            | 30.2             | 19.0              |
| 17:05                          | 260                                 | 4:20                              | 0.028                              | 124             | 4492.75                            | 29.5             | 18.5              |
| 17:15                          | 270                                 | 4:30                              | 0.028                              | 138             | 5000.00                            | 29.5             | 18.2              |

|                            |     |         |      |           |
|----------------------------|-----|---------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 200 | minutos | 3:20 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 258 | minutos | 4:17 | Horas:min |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004-1993)



*Nancy M. Montañez*  
 Nancy M. Montañez In.  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 198161

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

920137591 RPC 979702825



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

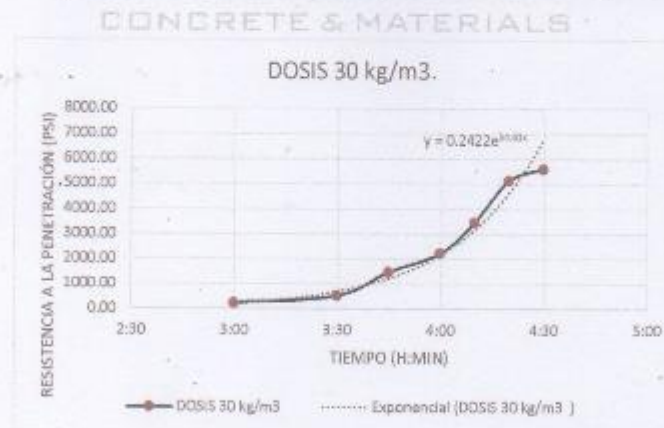
EXPEDIENTE : 04 - TF - KP - 02  
 CUENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 SOLICITANTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 FECHA DE ENSAYO : 12/8/2021  
 FECHA DE EMISION: 19/8/2021

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO  
 MTP 339.002 - ASTM C403

DOSIS 30 kg/m3

| TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA 2 |                                     |                                   |                                    |                 |                                    |                  |                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Tiempo Real (h:min)            | Tiempo Absoluto Acumulado (minutos) | Tiempo Absoluto Acumulado (h:min) | Área de la Aguja Utilizada (pulg2) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | T° Concreto (°C) | T° Ambiental (°C) |
| 12:45                          | 0                                   | 0:00                              | 0                                  | 0               | 0                                  | 22.2             | 20.8              |
| 15:45                          | 180                                 | 3:00                              | 0.519                              | 121             | 233.37                             | 31.1             | 20.1              |
| 16:15                          | 210                                 | 3:30                              | 0.249                              | 132             | 531.19                             | 32.8             | 21.0              |
| 16:30                          | 225                                 | 3:45                              | 0.110                              | 164             | 1485.51                            | 33.0             | 22.1              |
| 16:45                          | 240                                 | 4:00                              | 0.049                              | 110             | 2240.33                            | 32.6             | 21.5              |
| 16:55                          | 250                                 | 4:10                              | 0.049                              | 171             | 3482.69                            | 31.0             | 19.0              |
| 17:05                          | 260                                 | 4:20                              | 0.028                              | 142             | 5144.93                            | 30.0             | 18.5              |
| 17:15                          | 270                                 | 4:30                              | 0.028                              | 155             | 5615.94                            | 28.7             | 18.2              |

|                            |             |      |           |
|----------------------------|-------------|------|-----------|
| Tiempo de Fraguado Inicial | 201 minutos | 3:21 | Horas:min |
| Tiempo de Fraguado Final   | 256 minutos | 4:16 | Horas:min |



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

*Nancy M. Montañez Huaman*  
 Nancy M. Montañez Huaman  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 11875  
 Cel: RPM 920137591 RPC 979702825

*ANEXO 10: CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO*



**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 16/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Díes) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.703     | 87.95             | 115   | 41.2                          | 2             |
| 2    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.809     | 87.90             | 115   | 41.2                          | 2             |
| 3    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.01             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.677     | 91.29             | 118   | 42.2                          | 2             |
| 4    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.750     | 92.50             | 121   | 43.2                          | 2             |
| 5    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.722     | 93.40             | 122   | 43.6                          | 2             |
| 6    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.98              | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.718     | 92.70             | 121   | 43.2                          | 2             |
| 7    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 94.50             | 124   | 44.3                          | 2             |
| 8    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.96              | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.742     | 87.60             | 115   | 40.9                          | 2             |
| 9    | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.726     | 88.90             | 118   | 42.1                          | 2             |
| 10   | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.11           | 2.0            | 1.0                  | 3.724     | 95.00             | 125   | 44.5                          | 2             |
| 11   | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.99              | 20.1            | 2.0            | 1.0                  | 3.722     | 90.94             | 118   | 42.3                          | 2             |
| 12   | Patrón                       | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.01             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 101.86            | 134   | 47.8                          | 2             |



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon alrobabilidades de Neogrupo en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: QF-04-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pílcómayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areasqaqcexpress@gmail.com](mailto:areasqaqcexpress@gmail.com)



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.  
 PROYECTO : TESIS "ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FISICO Y MECANICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01  
 FECHA DE EMISION : 16/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACION DE LA MUESTRA | F c R (kg/cm2) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Dias) | DIAMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACION (H/D) | FACTOR DE CORRECCION | PESO (Kg) | CARGA MAXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.88              | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.810     | 93.75             | 122                                | 43.6                          | 2             |
| 2    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.06           | 2.0            | 1.0                  | 3.811     | 93.74             | 122                                | 43.7                          | 2             |
| 3    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.98              | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.801     | 93.77             | 122                                | 43.7                          | 2             |
| 4    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.01             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.798     | 92.64             | 120                                | 42.9                          | 2             |
| 5    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.02             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.801     | 94.76             | 123                                | 43.8                          | 2             |
| 6    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.02             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.800     | 94.74             | 123                                | 43.8                          | 2             |
| 7    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.00             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.812     | 92.88             | 121                                | 43.1                          | 2             |
| 8    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.06           | 2.0            | 1.0                  | 3.802     | 92.91             | 121                                | 43.3                          | 2             |
| 9    | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.06           | 2.0            | 1.0                  | 3.798     | 93.48             | 122                                | 43.6                          | 2             |
| 10   | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.96              | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.815     | 93.54             | 122                                | 43.7                          | 2             |
| 11   | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.799     | 94.77             | 124                                | 44.4                          | 2             |
| 12   | 20kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.98              | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.805     | 94.75             | 124                                | 44.1                          | 2             |



Nota:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI GP. 04-1982).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [aresqaqcexpress@gmail.com](mailto:aresqaqcexpress@gmail.com)**





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 16/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (kN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.00             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.809     | 101.37            | 132   | 47.0                          | 2             |
| 2    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.02             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 98.45             | 129   | 45.9                          | 2             |
| 3    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.807     | 101.88            | 134   | 47.7                          | 2             |
| 4    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.96              | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 100.64            | 132   | 47.0                          | 2             |
| 5    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.03             | 20.06           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 99.67             | 129   | 45.9                          | 2             |
| 6    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 99.79             | 130   | 46.6                          | 2             |
| 7    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.98              | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 99.46             | 130   | 46.3                          | 2             |
| 8    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.95              | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.809     | 100.79            | 132   | 47.2                          | 2             |
| 9    | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.03             | 20.06           | 2.0            | 1.0                  | 3.807     | 101.99            | 132   | 47.0                          | 2             |
| 10   | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.93              | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 102.80            | 135   | 46.2                          | 2             |
| 11   | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.92              | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.807     | 101.93            | 134   | 46.0                          | 2             |
| 12   | 30kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.94              | 20.11           | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 101.86            | 134   | 47.8                          | 2             |



NOTA: 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (CUALquier PERMANENCIA INDECOPI, DR. 201103).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areqaqcexpress@gmail.com



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura, Kremlin Johnny Rios Morales : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF01-01  
 MUESTREO : 16/8/2021 FECHA DE EMISIÓN : 16/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm2) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTIMETRO (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|--------------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.98              | 20.11              | 2.0            | 1.0                  | 3.809     | 98.98             | 129                                | 46.1                          | 2             |
| 2    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.07              | 2.0            | 1.0                  | 3.812     | 99.29             | 130                                | 46.3                          | 2             |
| 3    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.01             | 20.06              | 2.0            | 1.0                  | 3.822     | 98.94             | 128                                | 45.8                          | 2             |
| 4    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.03             | 20.10              | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 96.57             | 125                                | 44.5                          | 2             |
| 5    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.10              | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 96.72             | 128                                | 45.1                          | 2             |
| 6    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.96              | 20.06              | 2.0            | 1.0                  | 3.808     | 96.79             | 127                                | 45.2                          | 2             |
| 7    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.97              | 20.07              | 2.0            | 1.0                  | 3.811     | 97.50             | 127                                | 45.5                          | 2             |
| 8    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.98              | 20.11              | 2.0            | 1.0                  | 3.835     | 99.87             | 130                                | 46.4                          | 2             |
| 9    | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 9.90              | 20.07              | 2.0            | 1.0                  | 3.807     | 96.82             | 128                                | 45.7                          | 2             |
| 10   | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.01             | 20.06              | 2.0            | 1.0                  | 3.811     | 98.58             | 129                                | 46.1                          | 2             |
| 11   | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.02             | 20.08              | 2.0            | 1.0                  | 3.821     | 98.52             | 129                                | 46.0                          | 2             |
| 12   | 25kg                         | 280            | 13/8/2021         | 16/8/2021       | 3           | 10.02             | 20.11              | 2.0            | 1.0                  | 3.814     | 98.99             | 128                                | 45.7                          | 2             |



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDICOPRI-GP-004-1993).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 975702825 e-mail: [qaqcexpress@gmail.com](mailto:qaqcexpress@gmail.com)





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.  
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 20/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Díase) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA M/AXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|--------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 20 Kg                        | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.06             | 20.43           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 145.15             | 185   | 66.1                          | 2             |
| 2    | 20 Kg                        | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.00             | 20.20           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 144.28             | 187   | 66.8                          | 2             |
| 3    | 20 Kg                        | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.05             | 20.35           | 2.0            | 1.0                  | 3.725     | 143.55             | 185   | 66.1                          | 2             |
| 4    | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.09             | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.792     | 143.76             | 183   | 65.4                          | 2             |
| 5    | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.00             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.778     | 144.19             | 187   | 66.8                          | 2             |
| 6    | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.06             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.781     | 146.78             | 188   | 67.1                          | 2             |
| 7    | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.11             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.764     | 145.83             | 185   | 66.1                          | 2             |
| 8    | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.03             | 20.02           | 2.0            | 1.0                  | 3.734     | 144.78             | 187   | 66.8                          | 2             |
| 9    | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.05             | 20.05           | 2.0            | 1.0                  | 3.744     | 143.45             | 184   | 65.7                          | 2             |
| 10   | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.00             | 20.00           | 2.0            | 1.0                  | 3.754     | 145.26             | 189   | 67.5                          | 2             |
| 11   | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 10.00             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.732     | 146.01             | 190   | 67.9                          | 2             |
| 12   | 20Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7            | 9.99              | 20.04           | 2.0            | 1.0                  | 3.765     | 145.67             | 190   | 67.9                          | 2             |



NOTA:  
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon alnohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPRI OF. 004 1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo**      cel. RPM 920137591    RPC 979702825      e-mail: [areaqcqexpress@gmail.com](mailto:areaqcqexpress@gmail.com)





**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**PROPIETARIO** : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales  
**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
**MUESTREO** : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
**EXPEDIENTE** : 01 - RTF02-01  
**FECHA DE EMISIÓN** : 20/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.05             | 20.43           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 147.95            | 190   | 67.9                          | 2             |
| 2    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.03             | 20.20           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 148.01            | 192   | 68.6                          | 2             |
| 3    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.07             | 20.35           | 2.0            | 1.0                  | 3.725     | 148.25            | 190   | 67.8                          | 2             |
| 4    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.08             | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.792     | 149.78            | 181   | 68.2                          | 2             |
| 5    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.06             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.778     | 147.89            | 199   | 67.5                          | 2             |
| 6    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.11             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.781     | 148.52            | 193   | 68.9                          | 2             |
| 7    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.11             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.764     | 148.71            | 189   | 67.5                          | 2             |
| 8    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.03             | 20.02           | 2.0            | 1.0                  | 3.734     | 149.20            | 183   | 68.9                          | 2             |
| 9    | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.05             | 20.05           | 2.0            | 1.0                  | 3.744     | 150.02            | 193   | 68.9                          | 2             |
| 10   | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.00             | 20.00           | 2.0            | 1.0                  | 3.754     | 149.31            | 194   | 69.3                          | 2             |
| 11   | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.00             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.732     | 147.85            | 192   | 68.6                          | 2             |
| 12   | 25Kg                         | 280                         | 13/8/2021         | 20/8/2021       | 7           | 10.01             | 20.04           | 2.0            | 1.0                  | 3.765     | 150.53            | 195   | 69.6                          | 2             |



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDICOPRI, OF. 864-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilscomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Kethelne Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.  
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 20/08/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm2) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,08             | 20,43           | 2,0            | 1,0                  | 3,729     | 139,04            | 178                                | 63,62                         | 2             |
| 2    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,00             | 20,20           | 2,0            | 1,0                  | 3,728     | 141,85            | 184                                | 65,7                          | 2             |
| 3    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,05             | 20,35           | 2,0            | 1,0                  | 3,725     | 142,51            | 183                                | 65,4                          | 2             |
| 4    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,09             | 20,12           | 2,0            | 1,0                  | 3,724     | 140,28            | 179                                | 63,9                          | 2             |
| 5    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,00             | 20,10           | 2,0            | 1,0                  | 3,726     | 141,05            | 183                                | 65,4                          | 2             |
| 6    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,06             | 20,09           | 2,0            | 1,0                  | 3,726     | 139,48            | 179                                | 63,9                          | 2             |
| 7    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,11             | 20,08           | 2,0            | 1,0                  | 3,728     | 140,85            | 179                                | 63,9                          | 2             |
| 8    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,03             | 20,02           | 2,0            | 1,0                  | 3,729     | 141,79            | 183                                | 65,4                          | 2             |
| 9    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,05             | 20,05           | 2,0            | 1,0                  | 3,726     | 142,85            | 184                                | 65,7                          | 2             |
| 10   | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,00             | 20,00           | 2,0            | 1,0                  | 3,72      | 140,54            | 182                                | 65,0                          | 2             |
| 11   | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10,00             | 20,07           | 2,0            | 1,0                  | 3,727     | 142,25            | 185                                | 66,1                          | 2             |
| 12   | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 9,99              | 20,04           | 2,0            | 1,0                  | 3,728     | 139,96            | 182                                | 65,0                          | 2             |



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (OTRA FIRMADA INECORP-OP-164-165).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702885 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com





**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 20/8/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39M - 12)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F <sub>c</sub> R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.04             | 20.43           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 155.09            | 200   | 71.4                          | 2             |
| 2    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.09             | 20.20           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 159.91            | 203   | 72.5                          | 2             |
| 3    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.08             | 20.35           | 2.0            | 1.0                  | 3.725     | 157.49            | 201   | 71.8                          | 2             |
| 4    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.05             | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.792     | 155.85            | 200   | 71.4                          | 2             |
| 5    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.04             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.778     | 154.87            | 199   | 71.1                          | 2             |
| 6    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.06             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.781     | 157.25            | 202   | 72.1                          | 2             |
| 7    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.07             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.764     | 156.16            | 200   | 71.4                          | 2             |
| 8    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.03             | 20.02           | 2.0            | 1.0                  | 3.734     | 155.45            | 200   | 71.8                          | 2             |
| 9    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.02             | 20.05           | 2.0            | 1.0                  | 3.744     | 158.04            | 201   | 72.9                          | 2             |
| 10   | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.00             | 20.00           | 2.0            | 1.0                  | 3.754     | 154.11            | 200   | 71.4                          | 2             |
| 11   | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 10.00             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.732     | 156.54            | 203   | 72.5                          | 2             |
| 12   | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 20/9/2021       | 7           | 9.99              | 20.04           | 2.0            | 1.0                  | 3.765     | 158.45            | 206   | 73.62                         | 2             |



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ RESERVOARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (JUNTA PERUANA INDIICOPR - GP- 6641988).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: ateaqaqcexpress@gmail.com





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales  
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 10/9/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F <sub>c</sub> R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Díase) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|--|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 20 Kg                        | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,08             | 20,43           | 2,0            | 1,0                  | 3,729     | 239,27            | 306   | 109,3                         | 2             |
| 2    | 20 Kg                        | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,00             | 20,20           | 2,0            | 1,0                  | 3,728     | 238,04            | 309   | 110,4                         | 2             |
| 3    | 20 Kg                        | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,05             | 20,35           | 2,0            | 1,0                  | 3,725     | 237,06            | 305   | 108,9                         | 2             |
| 4    | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,09             | 20,12           | 2,0            | 1,0                  | 3,792     | 237,25            | 303   | 108,2                         | 2             |
| 5    | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,00             | 20,10           | 2,0            | 1,0                  | 3,778     | 242,37            | 315   | 112,5                         | 2             |
| 6    | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,06             | 20,09           | 2,0            | 1,0                  | 3,781     | 238,54            | 306   | 109,3                         | 2             |
| 7    | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,11             | 20,08           | 2,0            | 1,0                  | 3,764     | 239,85            | 305   | 108,9                         | 2             |
| 8    | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,03             | 20,02           | 2,0            | 1,0                  | 3,734     | 238,64            | 308   | 110,0                         | 2             |
| 9    | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,05             | 20,05           | 2,0            | 1,0                  | 3,744     | 237,20            | 305   | 108,9                         | 2             |
| 10   | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,00             | 20,00           | 2,0            | 1,0                  | 3,754     | 239,41            | 311   | 111,1                         | 2             |
| 11   | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 10,00             | 20,07           | 2,0            | 1,0                  | 3,732     | 241,71            | 314   | 112,1                         | 2             |
| 12   | 20Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28           | 9,99              | 20,04           | 2,0            | 1,0                  | 3,765     | 237,45            | 309   | 110,4                         | 2             |



NOTA: 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231VC1231M-10\*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP. 064-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [ate3qaqcexpress@gmail.com](mailto:ate3qaqcexpress@gmail.com)





# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

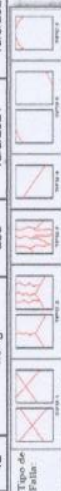


## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Johnny Rios Morales  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 10/09/2021

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F c R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.05             | 20.43           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 245.43            | 315   | 112.5                         | 2             |
| 2    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.03             | 20.20           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 247.34            | 319   | 113.9                         | 2             |
| 3    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.07             | 20.35           | 2.0            | 1.0                  | 3.725     | 243.16            | 311   | 111.1                         | 2             |
| 4    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.08             | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.792     | 244.25            | 312   | 111.4                         | 2             |
| 5    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.06             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.776     | 246.37            | 316   | 112.9                         | 2             |
| 6    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.11             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.781     | 244.54            | 317   | 113.2                         | 2             |
| 7    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.03             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.764     | 243.85            | 310   | 110.7                         | 2             |
| 8    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.03             | 20.02           | 2.0            | 1.0                  | 3.734     | 245.64            | 319   | 113.2                         | 2             |
| 9    | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.05             | 20.05           | 2.0            | 1.0                  | 3.744     | 248.20            | 317   | 113.9                         | 2             |
| 10   | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.00           | 2.0            | 1.0                  | 3.754     | 246.47            | 320   | 114.3                         | 2             |
| 11   | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.732     | 249.61            | 324   | 115.7                         | 2             |
| 12   | 25Kg                         | 280                         | 13/6/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.01             | 20.04           | 2.0            | 1.0                  | 3.765     | 248.48            | 322   | 115.0                         | 2             |



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon alindasillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA FERUAMA INDECOPI, DP- 004-1993).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

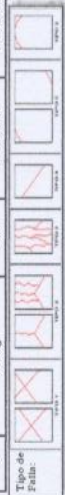


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura; Kremlin Jonny Rios Morales MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021" EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 10/09/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F <sub>c</sub> R (kg/cm <sup>2</sup> ) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACION (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|---|-------------------------------|---------------|
| 1    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.04             | 20.43           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 254.72            | 328   | 117.1                         | 2             |
| 2    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.09             | 20.20           | 2.0            | 1.0                  | 3.726     | 252.04            | 321   | 114.6                         | 2             |
| 3    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.08             | 20.35           | 2.0            | 1.0                  | 3.725     | 250.81            | 320   | 114.3                         | 2             |
| 4    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.05             | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.792     | 251.25            | 323   | 115.4                         | 2             |
| 5    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.04             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.778     | 253.37            | 326   | 116.4                         | 2             |
| 6    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.06             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.781     | 253.54            | 325   | 116.1                         | 2             |
| 7    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.07             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.764     | 252.85            | 324   | 115.7                         | 2             |
| 8    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.03             | 20.02           | 2.0            | 1.0                  | 3.734     | 251.33            | 324   | 115.7                         | 2             |
| 9    | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.02             | 20.05           | 2.0            | 1.0                  | 3.744     | 255.01            | 330   | 117.9                         | 2             |
| 10   | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.00           | 2.0            | 1.0                  | 3.754     | 250.41            | 325   | 116.1                         | 2             |
| 11   | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.732     | 254.71            | 331   | 118.1                         | 2             |
| 12   | 30Kg                         | 280                                    | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 9.99              | 20.04           | 2.0            | 1.0                  | 3.765     | 252.45            | 328   | 117.3                         | 2             |



**NOTA:**  
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C-1231/C1231M-10\*.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPH: OP- 864-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

PROPIETARIO : Kimberly Katherine Porras Laura, Kremlin Jonny Ríos Morales  
 PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.  
 EXPEDIENTE : 01 - RTF02-01  
 FECHA DE EMISIÓN : 10/9/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | F'c R (kg/cm2) | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DIÁMETRO (D) (cm) | ALTURA (H) (cm) | RELACIÓN (H/D) | FACTOR DE CORRECCIÓN | PESO (Kg) | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2) | PORCENTAJE DE RESISTENCIA (%) | TIPO DE FALLA |
|------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.08             | 20.43           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 234.32            | 299                                | 106.8                         | 2             |
| 2    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.20           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 236.04            | 306                                | 108.3                         | 2             |
| 3    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.05             | 20.35           | 2.0            | 1.0                  | 3.725     | 232.06            | 298                                | 106.4                         | 2             |
| 4    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.09             | 20.12           | 2.0            | 1.0                  | 3.724     | 233.25            | 297                                | 106.1                         | 2             |
| 5    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.10           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 232.37            | 302                                | 107.9                         | 2             |
| 6    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.06             | 20.09           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 235.54            | 302                                | 107.9                         | 2             |
| 7    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.11             | 20.08           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 235.85            | 300                                | 107.1                         | 2             |
| 8    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.03             | 20.02           | 2.0            | 1.0                  | 3.729     | 234.64            | 303                                | 108.2                         | 2             |
| 9    | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.05             | 20.05           | 2.0            | 1.0                  | 3.726     | 233.20            | 300                                | 107.1                         | 2             |
| 10   | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.00           | 2.0            | 1.0                  | 3.72      | 236.41            | 307                                | 108.6                         | 2             |
| 11   | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 10.00             | 20.07           | 2.0            | 1.0                  | 3.727     | 234.71            | 305                                | 108.9                         | 2             |
| 12   | PATRÓN                       | 280            | 13/8/2021         | 10/9/2021       | 28          | 9.99              | 20.04           | 2.0            | 1.0                  | 3.728     | 232.45            | 302                                | 107.9                         | 2             |



Tipos de Falla:

NOTA:  
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, BAJO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (CÓPIA FOTOMÁTICA). INDECOPI: GP- 864-8982.  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pitomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702885 e-mail: areaqcexpress@gmail.com



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02

CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN : miércoles, 18 de Agosto de 2021

FECHA DE EMISIÓN : sábado, 21 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.57 | 15.44  | Tercio Central           | 16.76             | 20  |
| 2    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.50 | 15.57  | Tercio Central           | 19.05             | 23  |
| 3    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.40 | 15.57  | Tercio Central           | 19.25             | 24  |
| 4    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.47  | Tercio Central           | 17.28             | 21  |
| 5    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.42 | 15.43  | Tercio Central           | 17.68             | 22  |
| 6    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.52 | 15.52  | Tercio Central           | 18.25             | 22  |
| 7    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.53 | 15.54  | Tercio Central           | 16.95             | 21  |
| 8    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.46  | Tercio Central           | 18.04             | 22  |
| 9    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.49 | 15.44  | Tercio Central           | 19.08             | 23  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

- $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm



**EXPRESS**  
CONCRETE & MATERIALS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO. SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUA PERUANA INDECOPI: SP- 004-1993).  
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqc@express@gmail.com](mailto:areaqaqc@express@gmail.com)

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**EXPEDIENTE** : 06 - RFV - HCH 01

**CLIENTE** : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES

**PROYECTO** : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

**FECHA DE ELABORACIÓN** : martes, 17 de Agosto de 2021

**FECHA DE EMISIÓN** : viernes, 20 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.33 | 15.67  | Tercio Central           | 15.25             | 19  |
| 2    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.57 | 15.80  | Tercio Central           | 13.83             | 17  |
| 3    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.53 | 15.80  | Tercio Central           | 14.83             | 18  |
| 4    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.33 | 15.62  | Tercio Central           | 13.56             | 17  |
| 5    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.62 | 15.78  | Tercio Central           | 14.27             | 17  |
| 6    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.72  | Tercio Central           | 15.19             | 19  |
| 7    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.53 | 15.69  | Tercio Central           | 14.47             | 18  |
| 8    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.50 | 15.73  | Tercio Central           | 14.98             | 18  |
| 9    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 17/08/2021        | 20/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.65  | Tercio Central           | 15.16             | 18  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 $P$  : Carga de rotura aplicada en kg  
 $L$  : Luz entre apoyos extremos en cm  
 $b$  : Ancho de la viga en cm  
 $d$  : Altura de viga en cm



**EXPRESS**  
CONCRETE & MATERIALS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, OF. 084-1983).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN : miércoles, 18 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 21 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.47 | 15.43  | Tercio Central           | 20.51             | 25  |
| 2    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.60 | 15.62  | Tercio Central           | 20.98             | 25  |
| 3    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.54 | 15.55  | Tercio Central           | 21.42             | 26  |
| 4    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.60  | Tercio Central           | 20.64             | 25  |
| 5    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.52 | 15.57  | Tercio Central           | 20.67             | 25  |
| 6    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/08/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.54 | 15.54  | Tercio Central           | 20.59             | 25  |
| 7    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/09/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.63  | Tercio Central           | 21.38             | 26  |
| 8    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/09/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.44  | Tercio Central           | 21.41             | 26  |
| 9    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 18/08/2021        | 21/09/2021      | 3           | 45.0                        | 54.00            | 15.49 | 15.59  | Tercio Central           | 20.49             | 26  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 P : Carga de rotura aplicada en kg  
 L : Luz entre apoyos extremos en cm  
 b : Ancho de la viga en cm  
 d : Altura de viga en cm



**EXPRESS**

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI OF: 044-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN : miércoles, 18 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 21 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD ENTRE APOYOS (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |                          |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.30 | 15.37  | Tercio Central           | 19.86             | 25  |
| 2    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.40 | 15.40  | Tercio Central           | 19.60             | 24  |
| 3    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.32 | 15.35  | Tercio Central           | 19.81             | 24  |
| 4    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.39 | 15.37  | Tercio Central           | 19.88             | 24  |
| 5    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.40 | 15.36  | Tercio Central           | 19.88             | 24  |
| 6    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.38 | 15.34  | Tercio Central           | 19.13             | 23  |
| 7    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.37 | 15.40  | Tercio Central           | 19.90             | 24  |
| 8    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.35 | 15.39  | Tercio Central           | 19.18             | 24  |
| 9    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 21/08/2021      | 3                        | 45.0                        | 54.00            | 15.30 | 15.39  | Tercio Central           | 19.88             | 25  |

Donde:

- $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>
- P : Carga de rotura aplicada en Kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$



**EXPRESS**

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-EP-894-1193).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN : Jueves, 19 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : Jueves, 26 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.43 | 15.63  | Tercio Central           | 22.28             | 27  |
| 2    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.57 | 15.57  | Tercio Central           | 24.39             | 30  |
| 3    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.61  | Tercio Central           | 22.58             | 28  |
| 4    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.52 | 15.58  | Tercio Central           | 22.56             | 27  |
| 5    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.54 | 15.59  | Tercio Central           | 23.49             | 29  |
| 6    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.55 | 15.60  | Tercio Central           | 24.22             | 29  |
| 7    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.47 | 15.60  | Tercio Central           | 24.28             | 30  |
| 8    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.61  | Tercio Central           | 24.36             | 30  |
| 9    | DOSIS 1 - 0% DE FIBRA        | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.43 | 15.62  | Tercio Central           | 23.79             | 29  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 P : Carga de rotura aplicada en kg  
 L : Luz entre apoyos extremos en cm  
 b : Ancho de la viga en cm  
 d : Altura de viga en cm



**EXPRESS**  
 CONCRETES & MATERIALS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, OF. 004-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 - Pilcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN : jueves, 19 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : jueves, 26 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
 (NTP 339.078)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.23 | 15.77  | Tercio Central           | 27.92             | 35  |
| 2    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.57 | 15.50  | Tercio Central           | 25.98             | 32  |
| 3    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.67  | Tercio Central           | 26.49             | 32  |
| 4    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.49 | 15.68  | Tercio Central           | 26.58             | 32  |
| 5    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.47 | 15.74  | Tercio Central           | 26.49             | 32  |
| 6    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.29 | 15.76  | Tercio Central           | 25.99             | 32  |
| 7    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/09/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.26 | 15.69  | Tercio Central           | 26.38             | 33  |
| 8    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/09/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.43 | 15.74  | Tercio Central           | 26.77             | 33  |
| 9    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 19/08/2021        | 26/09/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.65  | Tercio Central           | 26.86             | 33  |

Donde:

- $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$



**EXPRESS**

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (QUÉ PERUANA INDECOPI. OF. 964-1993).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [arsaaqc@express.com](mailto:arsaaqc@express.com)

**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02

CLIENTE : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN : viernes, 20 de Agosto de 2021

FECHA DE EMISIÓN : viernes, 27 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.58 | 15.33  | Tercio Central           | 22.89             | 28  |
| 2    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.47 | 15.33  | Tercio Central           | 25.64             | 31  |
| 3    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.32  | Tercio Central           | 25.11             | 31  |
| 4    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.34  | Tercio Central           | 24.63             | 30  |
| 5    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.51 | 15.33  | Tercio Central           | 25.29             | 31  |
| 6    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.33  | Tercio Central           | 25.43             | 31  |
| 7    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.52 | 15.32  | Tercio Central           | 23.47             | 29  |
| 8    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.55 | 15.32  | Tercio Central           | 23.52             | 28  |
| 9    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.58 | 15.34  | Tercio Central           | 23.55             | 29  |

$f_r = \frac{PL}{bd^2}$

Donde:

- $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm



**EXPRESS**

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOUL GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INGECONI: OP- 804-1931).  
Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [arsoulqc@express.com](mailto:arsoulqc@express.com)



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RVV - HCH 02

CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN: viernes, 20 de Agosto de 2021

FECHA DE EMISIÓN : viernes, 27 de Agosto de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.45 | 15.38  | Tercio Central           | 23.69             | 29  |
| 2    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.60 | 15.57  | Tercio Central           | 25.00             | 30  |
| 3    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.46 | 15.46  | Tercio Central           | 24.96             | 30  |
| 4    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.55 | 15.48  | Tercio Central           | 24.78             | 30  |
| 5    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.59 | 15.52  | Tercio Central           | 24.18             | 29  |
| 6    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.53 | 15.56  | Tercio Central           | 23.95             | 29  |
| 7    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.60 | 15.54  | Tercio Central           | 24.56             | 30  |
| 8    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.55 | 15.44  | Tercio Central           | 24.00             | 29  |
| 9    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 20/08/2021        | 27/08/2021      | 7           | 45.0                        | 54.00            | 15.57 | 15.39  | Tercio Central           | 24.56             | 30  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 $P$  : Carga de rotura aplicada en kg  
 $L$  : Luz entre apoyos extremos en cm  
 $b$  : Ancho de la viga en cm  
 $d$  : Altura de viga en cm



**EXPRESS**

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPR-OP-184-1981).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqc@express@gmail.com](mailto:areaqaqc@express@gmail.com)**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN: sábado, 21 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 18 de setiembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD DE (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |                |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 15.47 | 15.57  | Tercio Central           | 37.10             | 45  |
| 2    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 16.57 | 15.47  | Tercio Central           | 30.92             | 35  |
| 3    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/09/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 15.88 | 15.49  | Tercio Central           | 33.52             | 40  |
| 4    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 15.92 | 15.49  | Tercio Central           | 34.81             | 41  |
| 5    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/09/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 15.68 | 15.52  | Tercio Central           | 34.59             | 42  |
| 6    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 16.24 | 15.52  | Tercio Central           | 34.44             | 40  |
| 7    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 16.35 | 15.53  | Tercio Central           | 35.29             | 41  |
| 8    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 16.52 | 15.55  | Tercio Central           | 31.59             | 36  |
| 9    | DOSIS I - 0% DE FIBRA        | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28             | 45.0                        | 54.00            | 16.50 | 15.57  | Tercio Central           | 32.99             | 36  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 $P$  : Carga de rotura aplicada en kg  
 $L$  : Luz entre apoyos extremos en cm  
 $b$  : Ancho de la viga en cm  
 $d$  : Altura de viga en cm



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-SP-004-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [ateqaqc@express@gmail.com](mailto:ateqaqc@express@gmail.com)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN: sábado, 21 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 18 de septiembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
(NTP 339.078)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.44  | Tercio Central           | 37.61             | 46  |
| 2    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.44  | Tercio Central           | 30.78             | 38  |
| 3    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.43 | 15.42  | Tercio Central           | 31.68             | 39  |
| 4    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.43  | Tercio Central           | 31.56             | 39  |
| 5    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.42 | 15.44  | Tercio Central           | 34.65             | 42  |
| 6    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.44  | Tercio Central           | 37.52             | 46  |
| 7    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.43 | 15.43  | Tercio Central           | 35.55             | 44  |
| 8    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.45 | 15.42  | Tercio Central           | 36.66             | 45  |
| 9    | DOSIS 20 Kg DE FIBRA         | 21/08/2021        | 18/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.44 | 15.42  | Tercio Central           | 36.46             | 45  |

Donde:

$f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 P : Carga de rotura aplicada en kg  
 L : Luz entre apoyos extremos en cm  
 b : Ancho de la viga en cm  
 d : Altura de viga en cm

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$



**QA/QC**  
EXPRESS  
CONCRETE & MATERIALS

**EXPRESS**

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSCU GROUP SAC  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- DP- 064-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areasqaqc@express@gmail.com](mailto:areasqaqc@express@gmail.com)

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 02  
 CLIENTE : Baeh, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN: domingo, 22 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : domingo, 19 de setiembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS**  
 (NTP 339.078)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (Kv) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|---|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |   |
| 1    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.40  | Tercio Central           | 33.54             | 41  |
| 2    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.55 | 15.47  | Tercio Central           | 29.61             | 36  |
| 3    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.42  | Tercio Central           | 32.46             | 40  |
| 4    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.40  | Tercio Central           | 30.59             | 37  |
| 5    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.53 | 15.40  | Tercio Central           | 31.56             | 38  |
| 6    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.53 | 15.46  | Tercio Central           | 30.68             | 37  |
| 7    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.50 | 15.47  | Tercio Central           | 30.99             | 38  |
| 8    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.47  | Tercio Central           | 31.47             | 38  |
| 9    | DOSIS 30 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.48 | 15.41  | Tercio Central           | 31.99             | 39  |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>  
 P : Carga de rotura aplicada en kg  
 L : Luz entre apoyos extremos en cm  
 b : Ancho de la viga en cm  
 d : Altura de viga en cm



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC  
 EL PRESERTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (VÍA FOTOCÓPIA, MICROFILM O P-104-1993).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 - Picomayo - Huancayo cel. RPN 920137591 RPC 979702825 e-mail: areadqa@express.com



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE : 06 - RVV - HCH 02  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN: domingo, 22 de Agosto de 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : domingo, 19 de setiembre de 2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS (NTP 339.078)**

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm) | DIMENSIONES (cm) |       |        | UBICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm2) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|------------------------------------|
|      |                              |                   |                 |             |                             | LARGO            | ANCHO | ALTURA |                          |                   |                                    |
| 1    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.65 | 15.50  | Tercio Central           | 30.93             | 37                                 |
| 2    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.63 | 15.43  | Tercio Central           | 29.52             | 36                                 |
| 3    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.62 | 15.46  | Tercio Central           | 28.72             | 35                                 |
| 4    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 16.05 | 15.48  | Tercio Central           | 28.72             | 35                                 |
| 5    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.61 | 15.44  | Tercio Central           | 27.39             | 33                                 |
| 6    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 15.62 | 15.44  | Tercio Central           | 28.41             | 36                                 |
| 7    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 16.93 | 15.33  | Tercio Central           | 30.61             | 34                                 |
| 8    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 16.11 | 15.33  | Tercio Central           | 31.42             | 37                                 |
| 9    | DOSIS 25 Kg DE FIBRA         | 22/08/2021        | 19/09/2021      | 28          | 45.0                        | 54.00            | 16.19 | 15.05  | Tercio Central           | 29.64             | 35                                 |

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:  
 $f_r$  : Resistencia a la flexión en kg/cm2  
 P : Carga de rotura aplicada en kg  
 L : Luz entre apoyos extremos en cm  
 b : Ancho de la viga en cm  
 d : Altura de viga en cm



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, DP. 004-1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591. RPC 979702825 e-mail: areadqc@express@gmail.com



**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**CERTIFICADO** :  
**CLIENTE** : 01-TF-CF01  
**PROYECTO** : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORSALES  
**FECHA DE ELABORACIÓN** : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
**FECHA DE EMISIÓN** : 23/08/2021  
 24/08/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1679)**

Identificación de Paño : PAÑO PATRÓN  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>) : 0.020  
 Contenido de aire (%) : 1.50%  
 Densificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>) : 0 kg/m<sup>3</sup>  
 Hora de inicio del Vaciado : 09:30:00  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C) : 22.2 °C  
 Hora de término del vaciado : 09:34:00

| ID DE FISURA                    | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURACIÓN (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL (%) | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)                     | TIEMPO DE FRAGUADO |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|---|------------------|---------------------------|-------|----------|----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|--|--------------------|
|                                 |                   |                               |   |                  | Superior                  | Medio | Inferior |                            |                       |                   |                  |  |                    |
| F1                              | 10:03:00          | 30                            | 1988                                      | 30               | 0.4                       |       | 10       | 36                         | 25.4                  | 19.9              | 4.7              | 2:39<br>TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min) |                    |
| F2                              | 10:33:00          | 30                            | 1988                                      | 60               | 0.5                       |       | 10       | 45                         | 25.7                  | 20.5              | 4.8              |  |                    |
| F3                              | 11:03:00          | 30                            | 1988                                      | 90               | 0.5                       |       | 10       | 48                         | 26.7                  | 19.3              | 4.8              |  |                    |
| F4                              | 11:33:00          | 30                            | 1988                                      | 120              |                           | 0.5   | 10       | 47                         | 28.4                  | 20.1              | 4.7              |  |                    |
| F5                              | 12:03:00          | 30                            | 1988                                      | 150              |                           | 0.8   | 10       | 46                         | 28.6                  | 20.6              | 4.9              |  |                    |
| F6                              | 12:33:00          | 30                            | 1988                                      | 180              |                           | 0.8   | 10       | 46                         | 28.5                  | 20.7              | 4.7              |  |                    |
| F7                              | 13:03:00          | 30                            | 1988                                      | 210              |                           | 0.45  | 10       | 46                         | 28.6                  | 20.4              | 4.8              |  |                    |
| F8                              | 13:33:00          | 30                            | 1988                                      | 240              |                           | 0.6   | 10       | 45                         | 27.9                  | 20.4              | 4.9              |  |                    |
| F9                              | 14:03:00          | 30                            | 1988                                      | 270              |                           | 0.5   | 10       | 45                         | 27.7                  | 20.5              | 5                |  |                    |
| F10                             | 14:33:00          | 30                            | 1988                                      | 300              |                           | 0.6   | 10       | 45                         | 27.6                  | 20.8              | 4.7              |  |                    |
| F11                             | 15:03:00          | 30                            | 1988                                      | 330              |                           | 0.5   | 10       | 48                         | 28.4                  | 20.9              | 4.8              |  |                    |
| F12                             | 15:33:00          | 30                            | 1988                                      | 360              |                           | 0.5   | 10       | 47                         | 28.4                  | 20.4              | 4.9              |  |                    |
| F13                             | 16:03:00          | 30                            | 1988                                      | 390              |                           | 0.8   | 10       | 47                         | 28.7                  | 20.4              | 5                |  |                    |
| F14                             | 16:33:00          | 30                            | 1988                                      | 420              |                           | 0.5   | 10       | 48                         | 28.3                  | 20.5              | 4.9              |  |                    |
| F15                             | 17:03:00          | 30                            | 1988                                      | 450              |                           | 0.8   | 10       | 45                         | 28.4                  | 20.5              | 5                |  |                    |
| F16                             | 17:33:00          | 30                            | 1988                                      | 480              |                           | 0.8   | 10       | 48                         | 28.4                  | 20.76             | 4.7              |  |                    |
| <b>PROMEDIO ESPESOR FISURAS</b> |                   |                               |   |                  |                           |       |          |                            |                       |                   |                  | 3:45<br>TIEMPO FINAL DE FRAGUADO (Horas:min)   |                    |
| CRR : 0.622<br>CRR : 0.37       |                   |                               |   |                  |                           |       |          |                            |                       |                   |                  |  |                    |

CRR= (1- ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA)  
 ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde:  
 CRR = Relación de reducción de grietas

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJURAR INDEPORTE) OF. 86411983.  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [asesores@oajc.com](mailto:asesores@oajc.com)





**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

CERTIFICADO : 01-TF-CF01  
 CLIENTE : Bach, KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA | KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN : 23/09/2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 24/09/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS**  
 (ASTM C1679)

Identificación de Paño : PAÑO PATRÓN  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>) : 0.020  
 Contenido de aire (%) : 1.65%  
 Dosificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>) : 0 kg/m<sup>3</sup>  
 Hora de inicio del Vaciado : 08:35:00  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C) : 22.1 °C  
 Hora de término del vaciado : 08:40:00

| ID DE FISURA                                   | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPORSOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO |
|--|-------------------|----------------------------|---|------------------|----------------------------|-------|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
|  |                   |                            |   |                  | Superior                   | Medio | Inferior |                            |                   |                   |                  |                            |                    |
| F1   | 08:10:00          | 30                         | 1988                                      | 30               | 0.57                       |       |          | 10                         | 36                | 25.3              | 19.8             | 4.4                        |                    |
| F2   | 08:40:00          | 30                         | 1988                                      | 60               | 0.6                        |       |          | 10                         | 44                | 25.6              | 20.3             | 4.5                        |                    |
| F3   | 10:10:00          | 30                         | 1988                                      | 90               | 0.6                        |       |          | 10                         | 47                | 25.6              | 19.4             | 4.6                        |                    |
| F4   | 10:40:00          | 30                         | 1988                                      | 120              | 0.6                        |       |          | 10                         | 48                | 28.2              | 20.6             | 4.7                        |                    |
| F5   | 11:10:00          | 30                         | 1988                                      | 150              | 0.7                        |       |          | 10                         | 45                | 28.5              | 20.3             | 4.5                        |                    |
| F6   | 11:40:00          | 30                         | 1988                                      | 180              | 0.6                        |       | 0.6      | 10                         | 45                | 27.6              | 20.8             | 4.7                        |                    |
| F7   | 12:10:00          | 30                         | 1988                                      | 210              | 0.8                        |       | 0.8      | 10                         | 46                | 28.7              | 20.5             | 4.5                        |                    |
| F8   | 12:40:00          | 30                         | 1988                                      | 240              | 0.9                        |       | 0.9      | 10                         | 43                | 27.5              | 20.1             | 4.9                        |                    |
| F9   | 13:10:00          | 30                         | 1988                                      | 270              | 0.6                        |       | 0.6      | 10                         | 46                | 27.8              | 20.6             | 5                          |                    |
| F10  | 13:40:00          | 30                         | 1988                                      | 300              | 0.9                        |       | 0.9      | 10                         | 47                | 27.2              | 20.5             | 4.6                        |                    |
| F11  | 14:10:00          | 30                         | 1988                                      | 330              | 0.6                        |       | 0.6      | 10                         | 43                | 27.4              | 20.4             | 4.7                        |                    |
| F12  | 14:40:00          | 30                         | 1988                                      | 360              | 0.6                        |       | 0.6      | 10                         | 46                | 28.8              | 20.4             | 4.8                        |                    |
| F13  | 15:10:00          | 30                         | 1988                                      | 390              | 0.6                        |       | 0.6      | 10                         | 48                | 28.1              | 20.9             | 5                          |                    |
| F14  | 15:40:00          | 30                         | 1988                                      | 420              | 0.8                        |       | 0.8      | 10                         | 44                | 24.8              | 20.4             | 4.8                        |                    |
| F15  | 16:10:00          | 30                         | 1988                                      | 450              | 0.8                        |       | 0.8      | 10                         | 43                | 27.5              | 20.7             | 5                          |                    |
| F16  | 17:40:00          | 30                         | 1988                                      | 480              | 0.8                        |       | 0.8      | 10                         | 43                | 28.4              | 20.8             | 4.5                        | 2:44               |
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS : 0.691<br>CRR : 0.29 |                   |                            |   |                  |                            |       |          |                            |                   |                   |                  |                            |                    |



Donde : Relación de reducción de grietas  
 CRR =  $(1 - \frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL}})$   
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo  
 Tel: RPM 920137591, RPC 979702825  
 e-mail: [asesor@qavocexpress.com](mailto:asesor@qavocexpress.com)

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN FIRMAR RESECOP, CP# 8841989).  
 Wally M. Huancaya Huancaya  
 INGENIERO CIVIL  
 CPH° 198188



**EMPRESA OVA/OC CONSTRUCCIÓN SAC**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO  
CLIENTE  
PROYECTO  
FECHA DE ELABORACIÓN  
FECHA DE EMISIÓN

01-TF-CF01  
Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAJURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021  
23/08/2021  
24/09/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1579)**

Identificación de Paño  
Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>)  
Contenido de aire (%)  
Dosis de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>)  
Hora de inicio del Vaciado  
Temperatura del concreto al vaciado (°C)  
Hora de término del vaciado

PAÑO PATRÓN  
0.020  
1.55%  
0 kg/m<sup>3</sup>  
08:35:00  
22.8 °C  
08:40:00

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL (%) | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------|-------|----------|----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
|              |                   |                            |   |                  | Superior                  | Medio | Inferior |                            |                       |                   |                  |                            |                    |
| F1           | 09:10:00          | 30                         | 1988                                      | 30               | 0.5                       | 0.5   | 10       | 37                         | 25.3                  | 19.8              | 4.6              |                            |                    |
| F2           | 09:40:00          | 30                         | 1988                                      | 60               | 0.5                       | 0.5   | 10       | 46                         | 25.6                  | 20.3              | 4.5              |                            |                    |
| F3           | 10:10:00          | 30                         | 1988                                      | 90               | 0.6                       | 0.6   | 10       | 47                         | 26.6                  | 18.4              | 4.8              |                            |                    |
| F4           | 10:40:00          | 30                         | 1988                                      | 120              | 0.7                       | 0.7   | 10       | 48                         | 28.2                  | 20.6              | 4.7              |                            |                    |
| F5           | 11:10:00          | 30                         | 1988                                      | 150              | 0.7                       | 0.7   | 10       | 45                         | 28.5                  | 20.3              | 4.6              |                            |                    |
| F6           | 11:40:00          | 30                         | 1988                                      | 180              | 0.8                       | 0.8   | 10       | 44                         | 28.6                  | 20.8              | 4.7              |                            |                    |
| F7           | 12:10:00          | 30                         | 1988                                      | 210              | 0.5                       | 0.5   | 10       | 47                         | 28.7                  | 20.5              | 4.5              |                            |                    |
| F8           | 12:40:00          | 30                         | 1988                                      | 240              | 0.5                       | 0.5   | 10       | 43                         | 27.5                  | 20.1              | 4.9              |                            |                    |
| F9           | 13:10:00          | 30                         | 1988                                      | 270              | 0.75                      | 0.75  | 10       | 46                         | 27.6                  | 20.6              | 5                |                            |                    |
| F10          | 13:40:00          | 30                         | 1988                                      | 300              | 0.6                       | 0.6   | 10       | 48                         | 27.2                  | 20.5              | 4.7              |                            |                    |
| F11          | 14:10:00          | 30                         | 1988                                      | 330              | 0.9                       | 0.9   | 10       | 43                         | 28.4                  | 20.4              | 4.5              |                            |                    |
| F12          | 14:40:00          | 30                         | 1988                                      | 360              | 0.5                       | 0.5   | 10       | 45                         | 28.8                  | 20.4              | 4.8              |                            |                    |
| F13          | 15:10:00          | 30                         | 1988                                      | 390              | 0.5                       | 0.5   | 10       | 46                         | 28.1                  | 20.9              | 5                |                            |                    |
| F14          | 15:40:00          | 30                         | 1988                                      | 420              | 0.6                       | 0.6   | 10       | 45                         | 28.6                  | 20.4              | 4.7              |                            |                    |
| F15          | 16:10:00          | 30                         | 1988                                      | 450              | 0.8                       | 0.8   | 10       | 43                         | 28.5                  | 20.7              | 5                |                            |                    |
| F16          | 17:40:00          | 30                         | 1988                                      | 480              | 0.8                       | 0.8   | 10       | 47                         | 28.4                  | 20.8              | 4.8              |                            |                    |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS | 0.631 |
| CRR                      | 0.44  |

CRR= (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MORMICON REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MORMICON DE CONTROL

Donde:  
CRR : Relación de reducción de grietas

Av. Leoncio Prado N° 940 Pícamayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [ovagroupexpress@gmail.com](mailto:ovagroupexpress@gmail.com)





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO :  
 CLIENTE : Bch. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 FECHA DE ELABORACIÓN : 24/09/2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 25/09/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS**  
 (ASTM C1679)

Identificación de Paño:  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>): 0.020  
 Contenido de aire (%): 1.90%  
 Dosisificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>): 20 kg/m<sup>3</sup>  
 Hora de inicio del Vaciado: 12:00:00  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 21.8 °C  
 Hora de término del vaciado: 12:04:00

DOSIFICACIÓN 20kg/m<sup>3</sup>  
 0.020  
 1.90%  
 20 kg/m<sup>3</sup>  
 12:00:00  
 21.8 °C  
 12:04:00

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL (%) | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)                     | TIEMPO DE FRAGUADO |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------|-------|----------|----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|--|--------------------|
|              |                   |                            |   |                  | superior                  | Medio | inferior |                            |                       |                   |                  |  |                    |
| F1           | 12:34:00          | 30                         | 1988                                      | 30               | 0.00                      |       | 10       | 38                         | 25.4                  | 19.4              | 4.6              | 2:45<br>TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min) |                    |
| F2           | 13:04:00          | 30                         | 1988                                      | 60               | 0.05                      |       | 10       | 40                         | 25.7                  | 20.4              | 4.8              |  |                    |
| F3           | 13:34:00          | 30                         | 1988                                      | 90               | 0.1                       |       | 10       | 42                         | 26.7                  | 19.7              | 4.7              |  |                    |
| F4           | 14:04:00          | 30                         | 1988                                      | 120              | 0.05                      |       | 10       | 39                         | 27.9                  | 20.2              | 4.8              |  |                    |
| F5           | 14:34:00          | 30                         | 1988                                      | 150              | 0.05                      |       | 10       | 41                         | 26.3                  | 20.4              | 4.9              |  |                    |
| F6           | 15:04:00          | 30                         | 1988                                      | 180              |                           | 0.1   | 10       | 45                         | 26.2                  | 20.5              | 5                |  |                    |
| F7           | 15:34:00          | 30                         | 1988                                      | 210              |                           | 0.1   | 10       | 42                         | 26.1                  | 20.7              | 4.8              |  |                    |
| F8           | 16:04:00          | 30                         | 1988                                      | 240              |                           | 0.05  | 10       | 43                         | 27.8                  | 20.8              | 4.9              |  |                    |
| F9           | 16:34:00          | 30                         | 1988                                      | 270              |                           | 0.05  | 10       | 40                         | 27.7                  | 20.9              | 5                |  |                    |
| F10          | 17:04:00          | 30                         | 1988                                      | 300              |                           | 0.1   | 10       | 42                         | 27.6                  | 21.1              | 4.9              |  |                    |
| F11          | 17:34:00          | 30                         | 1988                                      | 330              |                           | 0.1   | 10       | 40                         | 26.2                  | 21.3              | 5                |  |                    |
| F12          | 18:04:00          | 30                         | 1988                                      | 360              |                           | 0.1   | 10       | 39                         | 27.7                  | 20.4              | 4.7              |  |                    |
| F13          | 18:34:00          | 30                         | 1988                                      | 390              |                           | 0.15  | 10       | 38                         | 27.4                  | 20.4              | 4.8              |  |                    |
| F14          | 19:04:00          | 30                         | 1988                                      | 420              |                           | 0.1   | 10       | 41                         | 26.9                  | 20.5              | 5                |  |                    |
| F15          | 19:34:00          | 30                         | 1988                                      | 450              |                           | 0.2   | 10       | 42                         | 27.1                  | 20.3              | 4.7              |  |                    |
| F16          | 20:04:00          | 30                         | 1988                                      | 480              |                           | 0.2   | 10       | 43                         | 26.4                  | 20.9              | 4.7              |  |                    |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS | 0.0875 |
| CRR                      | 0.86   |

CRR = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde:  
 CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (USA FIRMAS, INDIQUE: OF. 0411993).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 9261375591 RPC 979702825 e-mail: [arsou@arsouexpress.com](mailto:arsou@arsouexpress.com)







**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**CERTIFICADO**  
**CLIENTE** : 01-IT-CF02  
**PROYECTO** : Bach: KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
**FECHA DE ELABORACION** : "ANALISIS DEL COMFORTAMIENTO FISICO Y MECANICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
**FECHA DE EMISION** : 24/09/2021  
 25/09/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1679)**

Identificación de Paño:  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>):  
 Contenido de aire (%):  
 Dosisificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>):  
 Hora de inicio del Vaciado:  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C):  
 Hora de término del vaciado:

DOSIFICACION 20kg/m<sup>3</sup>  
 0.020  
 1.80%  
 20 kg/m<sup>3</sup>  
 09:56:00  
 21.4 °C  
 10:00:00

| ID DE FISURA | HORA DE APARICION | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | AREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO                     |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------|-------|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--|
|              |                   |                            |   |                  | Superior                  | Medio | Inferior |                            |                   |                   |                  |                            |  |
| F1           | 10:30:00          | 30                         | 1989                                      | 30               | 0.05                      |       |          | 10                         | 36                | 25.3              | 19.4             | 4.8                        | TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min) |
| F2           | 11:00:00          | 30                         | 1989                                      | 60               | 0.1                       |       |          | 10                         | 39                | 26.2              | 20.4             | 4.8                        |  |
| F3           | 11:30:00          | 30                         | 1989                                      | 90               |                           | 0.1   |          | 10                         | 40                | 26.5              | 19.7             | 4.7                        |  |
| F4           | 12:00:00          | 30                         | 1989                                      | 120              |                           |       | 0.15     | 10                         | 39                | 27.6              | 20.1             | 4.8                        |  |
| F5           | 12:30:00          | 30                         | 1989                                      | 150              |                           |       | 0.15     | 10                         | 42                | 27.8              | 20.6             | 4.8                        |  |
| F6           | 13:00:00          | 30                         | 1989                                      | 180              | 0.2                       |       |          | 10                         | 42                | 26.2              | 20.4             | 5                          |  |
| F7           | 13:30:00          | 30                         | 1989                                      | 210              | 0.2                       |       |          | 10                         | 43                | 27.1              | 20.7             | 4.7                        |  |
| F8           | 14:00:00          | 30                         | 1989                                      | 240              |                           | 0.15  |          | 10                         | 43                | 27.6              | 20.8             | 4.8                        |  |
| F9           | 14:30:00          | 30                         | 1989                                      | 270              |                           | 0.2   |          | 10                         | 36                | 27.3              | 20.9             | 5                          |  |
| F10          | 15:00:00          | 30                         | 1989                                      | 300              |                           |       | 0.25     | 10                         | 41                | 27.6              | 21.1             | 4.8                        |  |
| F11          | 15:30:00          | 30                         | 1989                                      | 330              |                           |       | 0.25     | 10                         | 45                | 26.2              | 21.3             | 5                          |  |
| F12          | 16:00:00          | 30                         | 1989                                      | 360              |                           |       | 0.4      | 10                         | 41                | 27.4              | 20.1             | 4.5                        |  |
| F13          | 16:30:00          | 30                         | 1989                                      | 390              |                           |       | 0.15     | 10                         | 37                | 27.1              | 20.2             | 4.8                        |  |
| F14          | 17:00:00          | 30                         | 1989                                      | 420              |                           |       | 0.15     | 10                         | 40                | 26.7              | 20.3             | 5                          |  |
| F15          | 17:30:00          | 30                         | 1989                                      | 450              |                           |       | 0.2      | 10                         | 42                | 27.5              | 20.8             | 4.8                        |  |
| F16          | 18:00:00          | 30                         | 1989                                      | 480              |                           |       | 0.15     | 10                         | 45                | 26.4              | 20.9             | 4.7                        |  |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS | 0.19 |
| CRR                      | 0.72 |

CRR =  $(1 - \frac{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGON REFORZADO CON FIBRA}{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGON DE CONTROL})$

Donde:  
 CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD PARA FUSILAR MUESTRA. Dr. 04-1993.  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pílkomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591. RFC 979702825 e-mail: [arsouqacexpress@gmail.com](mailto:arsouqacexpress@gmail.com)







**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC**



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO

CLIENTE

PROYECTO

FECHA DE ELABORACIÓN

FECHA DE EMISIÓN

01-TF-CF02

Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RÍOS MORALES

"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

24/09/2021

25/09/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1579)**

Identificación de Paño:

Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>):

0.020

Contenido de aire (%):

1.96%

Dosificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>):

20 kg/m<sup>3</sup>

Hora de inicio del Vaciado:

06:55:00

Temperatura del concreto al vaciado (°C):

21.8 °C

Hora de término del vaciado:

10:00:00

DOSIFICACIÓN 20kg/m<sup>3</sup>

0.020

1.96%

20 kg/m<sup>3</sup>

06:55:00

21.8 °C

10:00:00

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL (%) | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAQUADO                     |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------|----------|----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--|
|              |                   |                            |   |                  | Superior                  | Inferior |                            |                       |                   |                  |                            |  |
| F1           | 10:30:00          | 30                         | 1995                                      | 30               | 0.05                      |          | 10                         | 36                    | 25.3              | 19.4             | 4.6                        |  |
| F2           | 11:00:00          | 30                         | 1995                                      | 60               | 0.1                       |          | 10                         | 39                    | 26.2              | 20.4             | 4.8                        |  |
| F3           | 11:30:00          | 30                         | 1995                                      | 90               |                           | 0.1      | 10                         | 41                    | 26.5              | 19.7             | 4.7                        | TIEMPO INICIAL DE FRAQUADO (horas:min) |
| F4           | 12:00:00          | 30                         | 1995                                      | 120              |                           | 0.2      | 10                         | 39                    | 27.6              | 20.1             | 4.8                        | 2:42                                   |
| F5           | 12:30:00          | 30                         | 1995                                      | 150              |                           | 0.25     | 10                         | 42                    | 27.8              | 20.6             | 4.8                        |  |
| F6           | 13:00:00          | 30                         | 1995                                      | 180              | 0.1                       |          | 10                         | 44                    | 29.2              | 20.4             | 5                          |  |
| F7           | 13:30:00          | 30                         | 1995                                      | 210              | 0.1                       |          | 10                         | 43                    | 27.1              | 20.7             | 4.7                        |  |
| F8           | 14:00:00          | 30                         | 1995                                      | 240              |                           | 0.15     | 10                         | 43                    | 27.6              | 20.8             | 4.8                        |  |
| F9           | 14:30:00          | 30                         | 1995                                      | 270              | 0.2                       |          | 10                         | 39                    | 27.3              | 20.9             | 5                          |  |
| F10          | 15:00:00          | 30                         | 1995                                      | 300              | 0.1                       |          | 10                         | 41                    | 27.6              | 21.1             | 4.8                        |  |
| F11          | 15:30:00          | 30                         | 1995                                      | 330              | 0.2                       |          | 10                         | 43                    | 28.2              | 21.3             | 5                          |  |
| F12          | 16:00:00          | 30                         | 1995                                      | 360              | 0.15                      |          | 10                         | 40                    | 27.4              | 20.1             | 4.5                        | TIEMPO FINAL DE FRAQUADO (horas:min)   |
| F13          | 16:30:00          | 30                         | 1995                                      | 390              | 0.2                       |          | 10                         | 37                    | 27.1              | 20.2             | 4.8                        | 4:37                                   |
| F14          | 17:00:00          | 30                         | 1995                                      | 420              | 0.2                       |          | 10                         | 42                    | 26.7              | 20.3             | 5                          |  |
| F15          | 17:30:00          | 30                         | 1995                                      | 450              | 0.3                       |          | 10                         | 42                    | 27.5              | 20.8             | 4.8                        |  |
| F16          | 18:00:00          | 30                         | 1995                                      | 480              | 0.3                       |          | 10                         | 43                    | 28.4              | 20.9             | 4.7                        |  |

PROMEDIO ESPESOR FISURAS CRR

0.168  
0.73

CRR = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORRIGON REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORRIGON DE CONTROL

Donde:

CRR

Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una Prensas Digital, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOUL GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (DADA PERSONA REPRODUCIR: 01-04-1993)

Av. Leoncino Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo

cel. RPM 920137591. RPC: 979702825

e-mail: [asesor@expresconcreto.com](mailto:asesor@expresconcreto.com)





EMPRESA OQ/OC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO :  
 CLIENTE :  
 PROYECTO :  
 FECHA DE ELABORACIÓN :  
 FECHA DE EMISIÓN :

01-TI-CR33  
 Bch: KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN, JONNY RÍOS MORALES  
 "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 27/09/2021  
 28/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C 678)

Identificación de Paño:  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>):  
 Contenido de aire (%):  
 Dosificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>):  
 Hora de inicio del Vaciado:  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C):  
 Hora de término del vaciado:

0.020  
 2.20%  
 25kg  
 11:30:00  
 22.2 °C  
 11:34:00

| ID DE FIBRA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FIBRAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESES DE LA FIBRA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FIBRA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL (%) | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAJADO                    |
|-------------|-------------------|---------------------------|---|------------------|--------------------------|-------|----------|---------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------------|
|             |                   |                           |   |                  | Superior                 | Medio | Inferior |                           |                       |                   |                  |                            |                                      |
| F1          | 12:04:00          | 30                        | 1988                                      | 30               | 0                        | 0     | 0        | 0                         | 37                    | 26.4              | 20.4             | 4.5                        |                                      |
| F2          | 12:34:00          | 30                        | 1988                                      | 60               | 0                        | 0     | 0        | 0                         | 41                    | 25.9              | 21.1             | 4.7                        |                                      |
| F3          | 13:04:00          | 30                        | 1988                                      | 90               | 0                        | 0     | 0        | 0                         | 36                    | 26.4              | 20.4             | 4.8                        |                                      |
| F4          | 13:34:00          | 30                        | 1988                                      | 120              | 0.05                     | 0.05  | 0.05     | 10                        | 39                    | 27.4              | 20.3             | 4.9                        | TIEMPO INICIAL DE FRAJADO (Hora:min) |
| F5          | 14:04:00          | 30                        | 1988                                      | 150              | 0.05                     | 0.05  | 0.05     | 10                        | 40                    | 27.8              | 20.5             | 5                          | 3:08                                 |
| F6          | 14:34:00          | 30                        | 1988                                      | 180              | 0.05                     | 0.05  | 0.05     | 10                        | 42                    | 28.1              | 20.7             | 5                          |                                      |
| F7          | 15:04:00          | 30                        | 1988                                      | 210              | 0.1                      | 0.1   | 0.1      | 10                        | 41                    | 28.3              | 20.8             | 4.9                        |                                      |
| F8          | 15:34:00          | 30                        | 1988                                      | 240              | 0.1                      | 0.1   | 0.1      | 10                        | 42                    | 27.9              | 20.9             | 4.9                        |                                      |
| F9          | 16:04:00          | 30                        | 1988                                      | 270              | 0.15                     | 0.15  | 0.15     | 10                        | 40                    | 27.5              | 21.1             | 5                          |                                      |
| F10         | 16:34:00          | 30                        | 1988                                      | 300              | 0.05                     | 0.05  | 0.05     | 10                        | 42                    | 27.4              | 21.2             | 4.7                        |                                      |
| F11         | 17:04:00          | 30                        | 1988                                      | 330              | 0.05                     | 0.05  | 0.05     | 10                        | 40                    | 27.4              | 21.4             | 5                          |                                      |
| F12         | 17:34:00          | 30                        | 1988                                      | 360              | 0.1                      | 0.1   | 0.1      | 10                        | 38                    | 27.3              | 20.6             | 4.7                        |                                      |
| F13         | 18:04:00          | 30                        | 1988                                      | 390              | 0.1                      | 0.1   | 0.1      | 10                        | 39                    | 27.4              | 20.8             | 4.8                        |                                      |
| F14         | 18:34:00          | 30                        | 1988                                      | 420              | 0.05                     | 0.05  | 0.05     | 10                        | 40                    | 26.9              | 20.8             | 4.8                        |                                      |
| F15         | 19:04:00          | 30                        | 1988                                      | 450              | 0.1                      | 0.1   | 0.1      | 10                        | 41                    | 27.1              | 20.4             | 4.8                        |                                      |
| F16         | 19:34:00          | 30                        | 1988                                      | 480              | 0.2                      | 0.2   | 0.2      | 10                        | 42                    | 27.4              | 20.7             | 4.8                        | 4:26                                 |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS | 0.07 |
| CRR                      | 0.88 |

CRR = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde:  
 CRR : Relación de reducción de grietas



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER FOTOCOPIADO NI AUTORIZADO ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD POR LA EMPRESA OQ/OC EXPRES CONCRETE & MATERIALS.  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [arzasasocexpress@gmail.com](mailto:arzasasocexpress@gmail.com)



**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

CERTIFICADO : 01-TC-C523  
 CLIENTE : ENH WINBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KSEMLIN JOHNNY RÍOS MORALES  
 PROYECTO : MANAÑASE DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍDICOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021  
 FECHA DE ELABORACIÓN : 27/06/2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 29/06/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS**  
(Artículo 1619)

Identificación de Paño: 0.020  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>): 2.294  
 Contenido de aire (%): 26.04  
 Densificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>): 11.36.00  
 Hora de inicio del vaciado: 22.3 °C  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 11.30.00  
 Hora de término del vaciado:

DOSIFICACIÓN: 20kg/m<sup>3</sup>  
 0.020  
 2.294  
 26.04  
 11.36.00  
 22.3 °C  
 11.30.00

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO                     |                                      |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|
|              |                   |                            |   |                  | Superior                  | Inferior |                            |                   |                   |                  |                            | TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min) | TIEMPO FINAL DE FRAGUADO (Horas:min) |
| F1           | 12:00:00          | 30                         | 1993                                      | 30               | 0                         | 0        | 0                          | 36                | 26.9              | 21.4             | 4.5                        |  |                                      |
| F2           | 12:30:00          | 30                         | 1993                                      | 60               | 0                         | 0        | 0                          | 42                | 26.3              | 21.6             | 4.7                        |  |                                      |
| F3           | 13:00:00          | 30                         | 1993                                      | 90               | 0                         | 0        | 0                          | 37                | 27.1              | 20.4             | 4.6                        |  |                                      |
| F4           | 13:30:00          | 30                         | 1993                                      | 120              | 0                         | 0        | 0                          | 36                | 25.3              | 20.3             | 4.9                        |  |                                      |
| F5           | 14:00:00          | 30                         | 1993                                      | 150              | 0.05                      | 0        | 10                         | 39                | 27.2              | 20.5             | 5                          |  |                                      |
| F6           | 14:30:00          | 30                         | 1993                                      | 180              | 0.05                      | 0.05     | 10                         | 41                | 26.6              | 21.7             | 5                          |  |                                      |
| F7           | 15:00:00          | 30                         | 1993                                      | 210              | 0.05                      | 0.05     | 10                         | 43                | 27.6              | 20.3             | 4.9                        |  |                                      |
| F8           | 15:30:00          | 30                         | 1993                                      | 240              | 0.05                      | 0.05     | 10                         | 42                | 25.9              | 20.2             | 4.6                        |  |                                      |
| F9           | 16:00:00          | 30                         | 1993                                      | 270              | 0.05                      | 0.05     | 10                         | 40                | 26.5              | 22.1             | 5                          |  |                                      |
| F10          | 16:30:00          | 30                         | 1993                                      | 300              | 0.05                      | 0.05     | 10                         | 42                | 27.3              | 21.0             | 4.8                        |  |                                      |
| F11          | 17:00:00          | 30                         | 1993                                      | 330              | 0.1                       | 0.1      | 10                         | 40                | 26.9              | 21.2             | 5                          |  |                                      |
| F12          | 17:30:00          | 30                         | 1993                                      | 360              | 0.1                       | 0.1      | 10                         | 36                | 27.2              | 20.6             | 4.5                        |  |                                      |
| F13          | 18:00:00          | 30                         | 1993                                      | 390              | 0.1                       | 0.1      | 10                         | 39                | 26.6              | 20.5             | 4.5                        |  |                                      |
| F14          | 18:30:00          | 30                         | 1993                                      | 420              | 0.1                       | 0.1      | 10                         | 42                | 26.5              | 20.8             | 4.6                        |  |                                      |
| F15          | 19:00:00          | 30                         | 1993                                      | 450              | 0.1                       | 0.1      | 10                         | 41                | 27.8              | 20.7             | 4.5                        |  |                                      |
| F16          | 19:30:00          | 30                         | 1993                                      | 480              | 0.1                       | 0.1      | 10                         | 40                | 26.9              | 20.4             | 4.8                        |  |                                      |

PROMEDIO ESPESOR FISURAS CRR = 0.06

CRR = 0.11

CRR = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRETA DE BEZUELA DE NORRACION REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRETA DE BEZUELA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde: CRR = Relación de reducción de grietas



El presente documento no reemplaza inspecciones en sitio. Se debe verificar la ejecución de las pruebas de laboratorio en el laboratorio de control de calidad de la obra.

Av. Leoncio Prado N° 340 - Píscomaayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [jesusqaexpress@gmail.com](mailto:jesusqaexpress@gmail.com)





**EMPRESA OAJQC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**CERTIFICADO**  
**CLIENTE**  
**PROYECTO**  
**FECHA DE ELABORACIÓN**  
**FECHA DE EMISIÓN**

01-TC-CR03  
 BACH KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIOS MORALES  
 ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADOCCAR PIEDRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍDICOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021  
 27/03/2021  
 28/03/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS**  
(ASTM C1187)

Dosisificación 25kg/m<sup>3</sup>  
 0.020  
 2.20%  
 25g  
 1:20:00  
 22.2 °C  
 11:30:00

Identificación de Paño:  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>):  
 Contenido de aire (%):  
 Dosisificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>):  
 Hora de inicio del vaciado:  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C):  
 Hora de término del vaciado:

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO | ESPESOR DE LA FISURA (mm) | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/m) | TIEMPO DE FRAGUADO                     |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--|
|              |                   |                            |   |                  | Superior                  | Medio                      | Inferior          |                   |                  |                            | TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO (Horas:min) |
| F1           | 12:00:00          | 30                         | 1988                                      | 30               | 0                         | 0                          | 0                 | 36                | 26.0             | 20.4                       | 2:50                                   |
| F2           | 12:30:00          | 30                         | 1988                                      | 60               | 0                         | 0                          | 0                 | 43                | 26.3             | 21.6                       |  |
| F3           | 13:00:00          | 30                         | 1988                                      | 90               | 0                         | 0                          | 0                 | 37                | 26.3             | 20.8                       |  |
| F4           | 13:30:00          | 30                         | 1988                                      | 120              | 0                         | 0                          | 0                 | 39                | 27.2             | 20.5                       |  |
| F5           | 14:00:00          | 30                         | 1988                                      | 150              | 0                         | 0                          | 0                 | 39                | 27.2             | 20.5                       | 4:30                                   |
| F6           | 14:30:00          | 30                         | 1988                                      | 180              | 0                         | 0                          | 0                 | 42                | 26.6             | 21.7                       |  |
| F7           | 15:00:00          | 30                         | 1988                                      | 210              | 0                         | 0                          | 0                 | 48                | 27.9             | 20.3                       |  |
| F8           | 15:30:00          | 30                         | 1988                                      | 240              | 0                         | 0                          | 0                 | 42                | 26.7             | 21.2                       |  |
| F9           | 16:00:00          | 30                         | 1988                                      | 270              | 0                         | 0                          | 0                 | 41                | 26.5             | 21.1                       |  |
| F10          | 16:30:00          | 30                         | 1988                                      | 300              | 0                         | 0                          | 0                 | 45                | 27.3             | 21.9                       |  |
| F11          | 17:00:00          | 30                         | 1988                                      | 330              | 0.03                      | 0.03                       | 0.03              | 40                | 25.9             | 21.2                       |  |
| F12          | 17:30:00          | 30                         | 1988                                      | 360              | 0.05                      | 0.05                       | 0.05              | 37                | 27.2             | 21.6                       |  |
| F13          | 18:00:00          | 30                         | 1988                                      | 390              | 0.05                      | 0.05                       | 0.05              | 38                | 26.8             | 20.8                       |  |
| F14          | 18:30:00          | 30                         | 1988                                      | 420              | 0.07                      | 0.07                       | 0.07              | 42                | 26.5             | 20.8                       |  |
| F15          | 19:00:00          | 30                         | 1988                                      | 450              | 0.1                       | 0.1                        | 0.1               | 41                | 27.8             | 20.7                       |  |
| F16          | 19:30:00          | 30                         | 1988                                      | 480              | 0.1                       | 0.1                        | 0.1               | 43                | 26.9             | 20.4                       |  |

PROMEDIO ESPESOR FISURAS  
 CR1 = 0.03  
 CR2 = 0.09

CR1 = (1 - ANCHURA MEDIA DE LA CRISTA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA)  
 ANCHURA MEDIA DE LA CRISTA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde:  
 CR1 = Relación de reducción de grietas



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPLEARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN FIRMAS, RECEPES, E.P. O.A. 1987).

Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591. RPC 979702825 e-mail: [aracajoc@aracajoc.com](mailto:aracajoc@aracajoc.com)



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

01-JF-CF04  
Sra. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JOHNNY RÍOS MORALES  
"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

28/09/2021  
28/09/2021

REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1579)

DOSIFICACIÓN 30kg/m3  
0.020  
2.72%  
30kg/m3  
06:31:00  
19.9 °C  
06:35:00

Identificación de Paño:  
Volumen del concreto en el Paño (m³):  
Contenido de aire (%):  
Dosificación de fibra de metal (kg/m³):  
Hora de inicio del Vaciado:  
Temperatura del concreto al vaciado (°C):  
Hora de término del vaciado:

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm²) | TIEMPO ACUMULADO |       |          | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO |
|--------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|------------------|-------|----------|---------------------------|-------|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
|              |                   |                            |                              | Superior         | Medio | Inferior | Superior                  | Medio | Inferior |                            |                   |                   |                  |                            |                    |
| F1           | 10:05:00          | 30                         | 1986                         | 0                | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 41                         | 26.1              | 17.5              | 4.4              |                            |                    |
| F2           | 10:35:00          | 30                         | 1986                         | 60               | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 42                         | 25.5              | 18.3              | 4.7              |                            |                    |
| F3           | 11:05:00          | 30                         | 1986                         | 90               | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 44                         | 26.2              | 18.7              | 4.8              |                            |                    |
| F4           | 11:35:00          | 30                         | 1986                         | 120              | 0.05  | 0        | 0                         | 0     | 0        | 41                         | 23.4              | 18.8              | 4.5              |                            |                    |
| F5           | 12:05:00          | 30                         | 1986                         | 150              | 0.05  | 0        | 0                         | 0     | 0        | 44                         | 27.7              | 18.3              | 4.5              |                            |                    |
| F6           | 12:35:00          | 30                         | 1986                         | 180              | 0.10  | 0.10     | 0                         | 0     | 0        | 46                         | 27.1              | 18.5              | 4.9              |                            |                    |
| F7           | 13:05:00          | 30                         | 1986                         | 210              | 0.10  | 0.10     | 0.10                      | 0     | 0        | 44                         | 28.2              | 19.1              | 5                |                            |                    |
| F8           | 13:35:00          | 30                         | 1986                         | 240              | 0.15  | 0.15     | 0.15                      | 0     | 0        | 45                         | 26.1              | 19.5              | 5                |                            |                    |
| F9           | 14:05:00          | 30                         | 1986                         | 270              | 0.15  | 0.15     | 0.15                      | 0     | 0        | 46                         | 27.2              | 18.6              | 5                |                            |                    |
| F10          | 14:35:00          | 30                         | 1986                         | 300              | 0.15  | 0.15     | 0.15                      | 0     | 0        | 46                         | 26.4              | 19.1              | 4.7              |                            |                    |
| F11          | 15:05:00          | 30                         | 1986                         | 330              | 0.15  | 0.15     | 0.15                      | 0.15  | 0.15     | 43                         | 26.9              | 18.9              | 4.9              |                            |                    |
| F12          | 15:35:00          | 30                         | 1986                         | 360              | 0.15  | 0.15     | 0.15                      | 0.15  | 0.15     | 42                         | 25.3              | 17.9              | 5.1              |                            |                    |
| F13          | 16:05:00          | 30                         | 1986                         | 390              | 0.2   | 0.2      | 0.2                       | 0.2   | 0.2      | 44                         | 27.2              | 18.5              | 4.9              |                            |                    |
| F14          | 16:35:00          | 30                         | 1986                         | 420              | 0.2   | 0.2      | 0.2                       | 0.2   | 0.2      | 42                         | 27.9              | 19.8              | 4.8              |                            |                    |
| F15          | 17:05:00          | 30                         | 1986                         | 450              | 0.2   | 0.2      | 0.2                       | 0.2   | 0.2      | 41                         | 27.6              | 18.9              | 4.7              |                            |                    |
| F16          | 17:35:00          | 30                         | 1986                         | 480              | 0.2   | 0.2      | 0.2                       | 0.2   | 0.2      | 45                         | 27.5              | 19.2              | 4.9              |                            |                    |

PROMEDIO ESPESOR FISURAS  
CRR 0.06  
0.905

CRR= (1- ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE CONTROL

Donde: CRR : Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL con certificado de calibración realizado por la empresa ARSCOU GROUP SAC. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD, OBLIGATORIAMENTE PERMANECER EN SU TOTALIDAD, OBLIGATORIAMENTE PERMANECER EN SU TOTALIDAD, OBLIGATORIAMENTE PERMANECER EN SU TOTALIDAD.  
Av. Leonticio Prado N° 340 Píloncayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [atcasasac@express@smail.com](mailto:atcasasac@express@smail.com)





# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

**CERTIFICADO**  
**CLIENTE**  
**PROYECTO**  
**FECHA DE ELABORACIÓN**  
**FECHA DE EMISIÓN**

01-TF-QF04  
 Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JOHNNY RÍOS MORALES  
 "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"  
 28/09/2021  
 28/09/2021

### REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1676)

DOSIFICACIÓN 30kg/m<sup>3</sup>  
 0.020  
 2.65%  
 30kg/m<sup>3</sup>  
 06:37:00  
 19.9 °C  
 06:35:00

Identificación de Paño:  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>):  
 Contenido de aire (%):  
 Dosificación de fibra de metal (kg/m):  
 Hora de inicio del Vaciado:  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C):  
 Hora de término del vaciado:

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO |       |          | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |       |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|-------|----------|---------------------------|-------|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
|              |                   |                            |   | Superior         | Medio | Inferior | Superior                  | Medio | Inferior |                            |                   |                   |                  |                            |                    |
| F1           | 10:05:00          | 30                         | 1980                                      | 0                | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 42                         | 26.1              | 17.5              | 4.4              | 3.28                       |                    |
| F2           | 10:35:00          | 30                         | 1980                                      | 60               | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 41                         | 25.5              | 16.3              | 4.7              |                            |                    |
| F3           | 11:05:00          | 30                         | 1980                                      | 90               | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 44                         | 26.2              | 16.7              | 4.8              |                            |                    |
| F4           | 11:35:00          | 30                         | 1980                                      | 120              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 41                         | 26.4              | 16.8              | 4.5              |                            |                    |
| F5           | 12:05:00          | 30                         | 1980                                      | 150              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 44                         | 27.2              | 18.3              | 4.6              |                            |                    |
| F6           | 12:35:00          | 30                         | 1980                                      | 180              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 45                         | 27.2              | 18.5              | 4.9              |                            |                    |
| F7           | 13:05:00          | 30                         | 1980                                      | 210              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 44                         | 28.2              | 19.2              | 5                |                            |                    |
| F8           | 13:35:00          | 30                         | 1980                                      | 240              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 45                         | 28.2              | 19.5              | 5                |                            |                    |
| F9           | 14:05:00          | 30                         | 1980                                      | 270              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 47                         | 27.2              | 18.5              | 5                |                            |                    |
| F10          | 14:35:00          | 30                         | 1980                                      | 300              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 46                         | 28.3              | 19.1              | 4.8              |                            |                    |
| F11          | 15:05:00          | 30                         | 1980                                      | 330              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 43                         | 26.9              | 18.8              | 4.9              |                            |                    |
| F12          | 15:35:00          | 30                         | 1980                                      | 360              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 41                         | 26.4              | 17.9              | 5.1              |                            |                    |
| F13          | 16:05:00          | 30                         | 1980                                      | 390              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 44                         | 27.2              | 18.5              | 4.9              |                            |                    |
| F14          | 16:35:00          | 30                         | 1980                                      | 420              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 42                         | 27.9              | 19.6              | 4.8              |                            |                    |
| F15          | 17:05:00          | 30                         | 1980                                      | 450              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 41                         | 27.8              | 18.9              | 4.7              |                            |                    |
| F16          | 17:35:00          | 30                         | 1980                                      | 480              | 0     | 0        | 0                         | 0     | 0        | 45                         | 27.5              | 19.2              | 4.9              |                            |                    |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS | 0.01  |
| CRR                      | 0.991 |

CRR =  $\left[ 1 - \frac{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MEZCLA DE MEZCLA REFORZADO CON FIBRA}}{\text{ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE MEZCLA DE CONTROL}} \right]$

Desde: CRR :  
 Repetición de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP S/A  
 El presente documento no deberá utilizarse sin autorización expresa del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad, más personas reciben: 06-18183.  
 Av. Leoncio Prado N° 940 Píllcomayo - Huancayo    cel: 991 920137591    RPC 979702825    e-mail: [arsoouexpress@gmail.com](mailto:arsoouexpress@gmail.com)



N° 11111  
 Navy M. Arribas Huaman  
 INGENIERO CIVIL  
 CP N° 198168





**EMPRESA OVAQC CONSTRUCCIÓN SAC**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

CERTIFICADO : 01-TF-CF04  
 CLIENTE : Bach. KIMBERLY KATHERINE PORRAS LAURA, KREMLIN JONNY RIGOS MORALES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRA DE METAL PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2021"

FECHA DE ELABORACIÓN : 28/09/2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 28/09/2021

**REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN LOS PAÑOS (ASTM C1879)**

Identificación de Paño: 01-TF-CF04  
 Volumen del concreto en el Paño (m<sup>3</sup>): 0.020  
 Contenido de aire (%): 3.70%  
 Dosisificación de fibra de metal (kg/m<sup>3</sup>): 30kg/m<sup>3</sup>  
 Hora de inicio del Vaciado: 08:31:00  
 Temperatura del concreto al vaciado (°C): 19.7 °C  
 Hora de término del vaciado: 08:35:00

Dosisificación 30kg/m<sup>3</sup>  
 0.020  
 3.70%  
 30kg/m<sup>3</sup>  
 08:31:00  
 19.7 °C  
 08:35:00

| ID DE FISURA | HORA DE APARICIÓN | TIEMPO ENTRE FISURAS (min) | ÁREA DE PAÑO DE PRUEBA (cm <sup>2</sup> ) | TIEMPO ACUMULADO |          | ESPESOR DE LA FISURA (mm) |          | LONGITUD DE LA FISURA (mm) | HUMEDAD AMBIENTAL | T° AMBIENTAL (°C) | T° CONCRETO (°C) | VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | TIEMPO DE FRAGUADO                  |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|------------------|----------|---------------------------|----------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|              |                   |                            |   | Superior         | Inferior | Medio                     | Inferior |                            |                   |                   |                  |                            |                                     |
| F1           | 10:05:00          | 30                         | 1968                                      | 30               | 0        | 0                         | 0        | 0                          | 40                | 26.4              | 17.9             | 4.5                        | TIEMPO DE FRAGUADO (hora:min)       |
| F2           | 10:35:00          | 30                         | 1968                                      | 60               | 0        | 0                         | 0        | 0                          | 41                | 25.8              | 18.4             | 4.8                        |                                     |
| F3           | 11:05:00          | 30                         | 1968                                      | 90               | 0        | 0                         | 0        | 0                          | 43                | 26.4              | 18.3             | 4.8                        |                                     |
| F4           | 11:35:00          | 30                         | 1968                                      | 120              | 0        | 0                         | 0        | 0                          | 42                | 27.4              | 18.5             | 4.7                        |                                     |
| F5           | 12:05:00          | 30                         | 1968                                      | 150              | 0.05     | 0.05                      | 0.10     | 10                         | 45                | 27.8              | 18.6             | 4.9                        | 3:21                                |
| F6           | 12:35:00          | 30                         | 1968                                      | 180              | 0.05     | 0.05                      | 0.10     | 10                         | 46                | 28.1              | 18.7             | 4.9                        |                                     |
| F7           | 13:05:00          | 30                         | 1968                                      | 210              | 0.05     | 0.05                      | 0.10     | 10                         | 46                | 28.3              | 19               | 5                          |                                     |
| F8           | 13:35:00          | 30                         | 1968                                      | 240              | 0.05     | 0.05                      | 0.10     | 10                         | 46                | 27.1              | 19.1             | 5                          |                                     |
| F9           | 14:05:00          | 30                         | 1968                                      | 270              | 0.05     | 0.05                      | 0.10     | 10                         | 47                | 27.5              | 18.6             | 5                          |                                     |
| F10          | 14:35:00          | 30                         | 1968                                      | 300              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 47                | 27.4              | 19.2             | 4.8                        | TIEMPO FINAL DE FRAGUADO (hora:min) |
| F11          | 15:05:00          | 30                         | 1968                                      | 330              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 45                | 26.8              | 18.8             | 5.1                        |                                     |
| F12          | 15:35:00          | 30                         | 1968                                      | 360              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 43                | 27.3              | 18.9             | 5.3                        |                                     |
| F13          | 16:05:00          | 30                         | 1968                                      | 390              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 43                | 27.4              | 18.7             | 4.9                        |                                     |
| F14          | 16:35:00          | 30                         | 1968                                      | 420              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 45                | 26.9              | 19.2             | 4.8                        | 4:17                                |
| F15          | 17:05:00          | 30                         | 1968                                      | 450              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 45                | 27.1              | 19.3             | 4.9                        |                                     |
| F16          | 17:35:00          | 30                         | 1968                                      | 480              | 0.10     | 0.10                      | 0.10     | 10                         | 45                | 27.4              | 19.5             | 4.9                        |                                     |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| PROMEDIO ESPESOR FISURAS | 0.06  |
| CHR                      | 0.905 |

CRR= (1 - ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGON REFORZADO CON FIBRA) / ANCHURA MEDIA DE LA GRIETA DE MEZCLA DE HORMIGON DE CONTROL

Donde: CHR = Relación de reducción de grietas

Los ensayos se efectuaron en una PREENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOO GROUP SAC. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD Y CON PERMISO PREVIO. Cel. 984-11994.  
 Av. Leontcio Prado N° 340 Pílkomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 879702825 e-mail: [arsoo@arsoogroup.com](mailto:arsoo@arsoogroup.com)



*ANEXO 11: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS*



**Fecha de emisión** 2021/09/06  
**Solicitante** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Dirección** AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO  
**Instrumento de medición** **BALANZA**  
**Identificación** 0437-036-2021  
**Intervalo de indicación** 30000 g  
**División de escala** 1 g  
**Resolución**  
**División de verificación (e)** 1 g  
**Tipo de indicación** Digital  
**Marca / Fabricante** JRC  
**Modelo** ELECTRONIC  
**N° de serie** 20049  
**Procedencia** USA  
**Lugar de calibración** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Fecha de calibración** 2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carniel**  
METROLOGÍA





Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad                     | Patrón Utilizado           | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1g a 2kg | 0828-LM-2019               |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 5 kg               | 0826-LM-2019               |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 10 kg              | 0827-LM-2019               |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 25 kg              | 0170-CLM-2019              |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                    |                  |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 21,5 °C   | Final: 21,9 °C   |
| Humedad Relativa      | Inicial: 68 %hr    | Final: 69 %hr    |
| Presión Atmosférica   | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición<br>N° | Carga L1= 15000 g                |        |                            | Carga L1= 30000 g |        |       |
|----------------|----------------------------------|--------|----------------------------|-------------------|--------|-------|
|                | I (g)                            | ΔL (g) | E (g)                      | I (g)             | ΔL (g) | E (g) |
| 1              | 15000.0                          | 0.07   | -0.12                      | 30000             | 0.05   | -0.1  |
| 2              | 15000.0                          | 0.07   | -0.15                      | 30000             | 0.04   | -0.12 |
| 3              | 15000.0                          | 0.08   | -0.12                      | 30000             | 0.05   | -0.13 |
| 4              | 15000.0                          | 0.06   | -0.11                      | 30000             | 0.04   | -0.1  |
| 5              | 15000.0                          | 0.07   | -0.12                      | 30000             | 0.03   | -0.11 |
| 6              | 15000.0                          | 0.07   | -0.13                      | 30000             | 0.05   | -0.12 |
| 7              | 15000.0                          | 0.06   | -0.11                      | 30000             | 0.04   | -0.13 |
| 8              | 15000.0                          | 0.07   | -0.12                      | 30000             | 0.05   | -0.1  |
| 9              | 15000.0                          | 0.09   | -0.12                      | 30000             | 0.04   | -0.11 |
| 10             | 15000.0                          | 0.08   | -0.1                       | 30000             | 0.05   | -0.12 |
| Carga (g)      | Diferencia Máxima Encontrada (g) |        | Error Máximo Permitido (g) |                   |        |       |
| 15000          | 0                                |        | 1                          |                   |        |       |
| 30000          | 0                                |        | 5                          |                   |        |       |



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arvelo Carnica  
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E <sub>0</sub> |        |        |                    | Determinación de E <sub>0</sub> |        |        |       |                    |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------|---------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
|                      | Carga Min <sup>(1)</sup> (g)    | I (kg) | ΔL (g) | E <sub>0</sub> (g) | Carga L (g)                     | I (kg) | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |
| 1                    | 1                               | 1      | 0.04   | -0.09              | 500                             | 500    | 0.07   | -0.02 | 0.07               |
| 2                    |                                 | 1      | 0.07   | -0.02              |                                 | 500    | 0.07   | -0.02 | 0                  |
| 3                    |                                 | 1      | 0.05   | 0                  |                                 | 500    | 0.08   | -0.03 | -0.03              |
| 4                    |                                 | 1      | 0.02   | 0.03               |                                 | 500    | 0.07   | 0.08  | 0.05               |
| 5                    |                                 | 1      | 0.07   | -0.02              |                                 | 500    | 0.06   | 0.19  | 0.21               |

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | Crecientes |        |       |                    | Decrecientes |        |       |                    | EMP <sup>(2)</sup> (tg) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-------------------------|
|             | I (g)      | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) | I (g)        | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |                         |
| 1           | 1          | 0.07   | -0.02 |                    |              |        |       |                    | 1                       |
| 5           | 5          | 0.06   | 0.01  | 0.01               | 5            | 0.04   | 0.01  | 0.03               | 1                       |
| 10          | 10         | 0.06   | -0.01 | 0.01               | 10           | 0.02   | -0.07 | -0.05              | 1                       |
| 500         | 500        | 0.05   | 0     | 0                  | 500          | 0.02   | -0.07 | -0.05              | 1                       |
| 1000        | 1000       | 0.04   | 0     | 0                  | 1000         | 0.06   | -0.01 | 0.01               | 1                       |
| 2500        | 2500       | 0.07   | 0.01  | 0.01               | 2500         | 0.06   | -0.01 | 0.01               | 1                       |
| 5000        | 5000       | 0.06   | -0.02 | 0.02               | 5000         | 0.05   | 0     | 0.02               | 1                       |
| 10000       | 10000      | 0.07   | -0.05 | 0.03               | 10000        | 0.05   | -0.1  | -0.09              | 1                       |
| 15000       | 15000      | 0.04   | 0.01  | 0.01               | 15000        | 0.06   | -0.21 | -0.09              | 5                       |
| 20000       | 20000      | 0.05   | 0.09  | 0.03               | 20000        | 0.07   | -0.12 | -0.02              | 5                       |
| 30000       | 30000      | 0.09   | 0.1   | 0.09               | 30000        | 0.09   | -0.21 | -0.21              | 5                       |

Leyenda

I: Indicación de la balanza      ΔL: Carga incrementada      E: Error encontrado  
E<sub>0</sub>: Error en cero      E<sub>c</sub>: Error corregido      EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_k = 2 \cdot \sqrt{0.18558 \text{ g}^2 + 0.0000000046508 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0.001803116 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Caralica  
METROLOGÍA







**Fecha de emisión** 2021/09/06

**Solicitante** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

**Dirección** AV. LEONCIO PRADO NRO. 57N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

**Instrumento de medición** HORNO DE LABORATORIO

**Identificación** 0441-036-2021

**Marca** PYS EQUIPOS

**Modelo** SHX-2A

**Serie** 15113

**Cámara** 120 Litros

**Ventilación** NATURAL

**Pímetro** DIGITAL

**Procedencia** PERÚ

**Lugar de calibración** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**  
- SNIM – PC-01B 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Garnica  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0441-036-2021

Página 2 de 5

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

| Trazabilidad | Patrón Utilizado                     | Certificado de Calibración  |
|--------------|--------------------------------------|---|
| INACAL       | Termómetro con sonda<br>MARCA: EZCOO | 0545-CLT-2019 - LABORATORIO<br>ACREDITADO CON REGISTRO N°<br>LC-005 |

**Condiciones ambientales durante la calibración**

|                       |                    |                  |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,1 °C   | Final: 20,5 °C   |
| Humedad Relativa      | Inicial: 65 %hr    | Final: 65 %hr    |
| Presión Atmosférica   | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

**Resultados**

**TEMPERATURA**

| Tiempo (Minutos) | Hidrómetro °C | INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C |       |       |       |       |       |       |       |       |       | T° Prom. °C | Tmax - Tmín °C |
|------------------|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|
|                  |               | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |             |                |
| 00:00            | 110           | 110.0   | 111.7 | 110.1 | 110.7 | 110.3 | 110.8 | 110.7 | 110.6 | 111.0 | 110.5 | 110.5       | 0.9            |
| 00:02            | 110           | 110.0   | 111.5 | 110.5 | 110.4 | 110.8 | 110.7 | 110.9 | 110.0 | 111.0 | 110.1 | 110.6       | 1.0            |
| 00:04            | 110           | 109.9   | 111.7 | 110.0 | 110.7 | 110.5 | 110.9 | 111.0 | 110.5 | 110.4 | 110.6 | 110.1       | 1.0            |
| 00:06            | 110           | 110.0   | 111.5 | 110.2 | 110.5 | 110.2 | 110.7 | 110.1 | 110.3 | 110.7 | 110.9 | 110.4       | 0.8            |
| 00:08            | 110           | 110.0   | 111.7 | 111.0 | 110.5 | 111.0 | 110.8 | 110.2 | 110.2 | 110.5 | 110.0 | 110.5       | 1.0            |
| 00:10            | 110           | 110.9   | 110.1 | 110.3 | 110.7 | 110.5 | 110.3 | 110.3 | 110.9 | 110.9 | 110.1 | 110.5       | 0.8            |
| 00:12            | 110           | 110.0   | 110.8 | 110.8 | 110.0 | 110.8 | 110.8 | 110.9 | 110.5 | 110.7 | 110.7 | 110.6       | 0.9            |
| 00:14            | 110           | 110.3   | 110.3 | 110.0 | 110.7 | 110.3 | 110.5 | 110.7 | 110.9 | 110.8 | 110.6 | 110.6       | 0.8            |
| 00:16            | 110           | 110.8   | 110.0 | 110.0 | 110.1 | 110.8 | 110.3 | 110.5 | 110.3 | 110.0 | 110.4 | 110.4       | 0.8            |
| 00:18            | 110           | 110.4   | 110.8 | 110.8 | 110.4 | 110.9 | 110.9 | 110.1 | 110.8 | 110.8 | 110.3 | 110.5       | 0.8            |
| 00:20            | 110           | 110.9   | 110.1 | 110.3 | 110.1 | 110.2 | 110.5 | 110.1 | 110.1 | 110.9 | 110.8 | 110.4       | 0.8            |
| 00:22            | 110           | 110.3   | 110.4 | 110.6 | 110.4 | 110.1 | 110.9 | 110.6 | 110.6 | 110.2 | 110.4 | 110.4       | 0.5            |
| 00:24            | 110           | 110.1   | 110.1 | 110.5 | 110.5 | 110.7 | 110.1 | 110.3 | 110.0 | 110.8 | 110.9 | 110.4       | 0.9            |
| 00:26            | 110           | 110.7   | 110.2 | 110.1 | 110.2 | 110.0 | 110.9 | 110.4 | 110.2 | 110.5 | 110.9 | 110.6       | 0.9            |
| 00:28            | 110           | 110.8   | 110.0 | 110.4 | 110.5 | 110.6 | 110.7 | 110.5 | 110.9 | 111.0 | 110.6 | 110.6       | 1.0            |
| 00:30            | 110           | 110.1   | 110.8 | 110.1 | 110.3 | 110.4 | 110.5 | 110.9 | 110.3 | 110.9 | 110.4 | 110.5       | 0.8            |
| 00:32            | 110           | 110.7   | 110.9 | 110.5 | 110.6 | 110.2 | 110.7 | 110.9 | 110.1 | 110.1 | 110.8 | 110.5       | 0.8            |
| 00:34            | 110           | 110.1   | 110.0 | 111.0 | 110.8 | 110.8 | 110.5 | 110.4 | 110.7 | 110.8 | 110.3 | 110.5       | 1.0            |
| 00:36            | 110           | 110.9   | 110.4 | 110.8 | 110.4 | 111.0 | 110.1 | 110.6 | 110.5 | 110.9 | 110.4 | 110.6       | 0.9            |
| 00:38            | 110           | 110.7   | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 110.2 | 110.5 | 110.9 | 110.6 | 110.9 | 110.4 | 110.6       | 0.8            |
| 00:40            | 110           | 110.8   | 110.6 | 110.9 | 110.2 | 110.2 | 110.9 | 110.4 | 110.1 | 110.1 | 110.6 | 110.4       | 0.8            |
| 00:42            | 110           | 110.1   | 110.6 | 111.0 | 110.9 | 110.5 | 110.5 | 110.3 | 110.8 | 110.9 | 110.5 | 110.6       | 0.5            |
| 00:44            | 110           | 110.2   | 111.0 | 110.3 | 110.2 | 110.3 | 110.6 | 110.1 | 110.4 | 110.1 | 111.0 | 110.4       | 0.9            |
| 00:46            | 110           | 110.9   | 110.6 | 110.2 | 110.5 | 110.4 | 110.7 | 110.8 | 110.9 | 110.3 | 111.0 | 110.6       | 0.8            |
| 00:48            | 110           | 110.2   | 110.1 | 111.0 | 110.4 | 110.9 | 110.7 | 110.1 | 110.0 | 110.2 | 110.9 | 110.4       | 1.0            |
| 00:50            | 110           | 110.7   | 110.5 | 110.1 | 110.6 | 110.5 | 110.3 | 110.2 | 110.9 | 110.3 | 110.3 | 110.4       | 0.8            |
| T. PROM.         | 110           | 110.5   | 110.4 | 110.5 | 110.4 | 110.5 | 110.6 | 110.3 | 110.5 | 110.6 | 110.5 | 110.5       |                |
| T. MAX.          | 110           | 110.9   | 111.0 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 111.0 | 111.0       |                |
| T. MIN.          | 110           | 110.0   | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.1 | 110.1 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0       |                |

**Nomenclatura:**

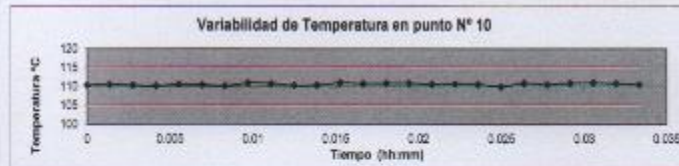
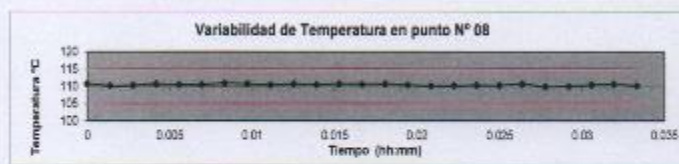
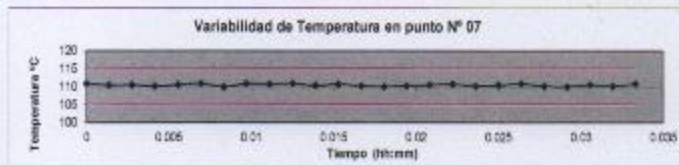
- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
**METROLOGIA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



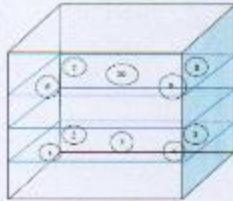
NIVEL INFERIOR



ARSO GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carica  
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0440-036-2021

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/09/06

**Solicitante** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

**Dirección** AV. LEONCIO PRADO NRO. 5/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

**Instrumento de medición** PRESNA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO

**Identificación** 0440-036-2021

**Marca** PYS EQUIPOS

**Modelo** STYE-2000

**Serie** 160653

**Capacidad** 2000 kN

**Indicador** DIGITAL

**Bomba** ELÉCTRICA

**Procedencia** PERÚ

**Lugar de calibración** LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mx C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

| Trazabilidad                   | Patrón Utilizado         | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de PUCP | Celda de Carga de 100 TN | INF-LE N° 175-21           |

**Condiciones ambientales durante la calibración**

|                       |                    |                  |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,3 °c   | Final: 20,5 °C   |
| Humedad Relativa      | Inicial: 63 %hr    | Final: 65 %hr    |
| Presión Atmosférica   | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

| SISTEMA DIGITAL<br>"A"<br>kN | SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( kN) |                 |            |                | PROMEDIO<br>"B"<br>kg | ERROR<br>Ep<br>% | RPTBLO<br>Rp<br>% |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------|----------------|-----------------------|------------------|-------------------|
|                              | SERIE (1)<br>kN                     | SERIE (2)<br>kN | ERROR<br>% | ERROR (2)<br>% |                       |                  |                   |
| 100                          | 100.0                               | 100.0           | 0.0        | 0.0            | 100.0                 | 0                | 0.00              |
| 200                          | 199.9                               | 199.5           | -0.1       | -0.3           | 199.7                 | -0.15            | 0.14              |
| 300                          | 299.7                               | 299.5           | -0.1       | -0.2           | 299.6                 | -0.13            | 0.05              |
| 400                          | 398.9                               | 399.4           | -0.3       | -0.2           | 399.2                 | -0.21            | 0.09              |
| 500                          | 499.2                               | 499.5           | -0.2       | -0.1           | 499.4                 | -0.13            | 0.04              |
| 600                          | 597.9                               | 599.5           | -0.4       | -0.1           | 598.7                 | -0.22            | 0.19              |
| 700                          | 699.5                               | 699.9           | -0.1       | 0.0            | 699.7                 | -0.04            | 0.04              |
| 800                          | 797.9                               | 798.5           | -0.3       | -0.2           | 798.2                 | -0.22            | 0.05              |

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = \frac{|(A-B)|}{B} * 100 \quad Rp = \frac{Error(2) - Error(1)}{B} * 100$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
- Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0,35 % (1,73 kN)



ARSOU GROUP S.A.C

*Hugo Luis Arevalo Carnica*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

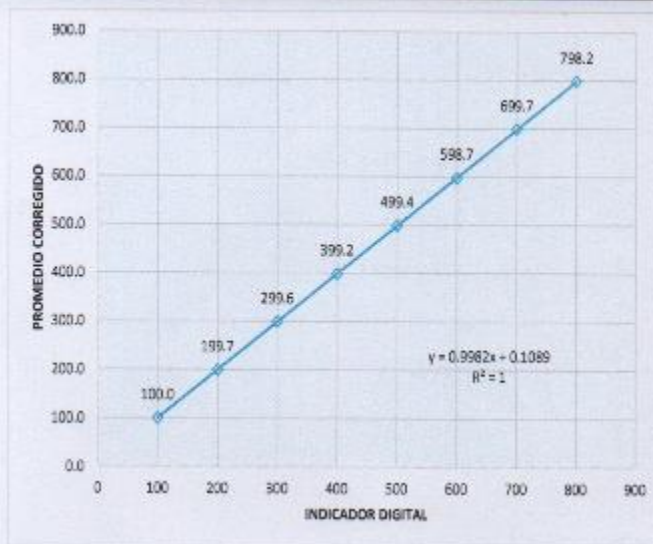
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9982x + 0,1089$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0448-036-2021

Página 1 de 2

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/09/06  
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO  
Instrumento de medición TERMÓMETRO  
Identificación 0448-036-2021  
Marca THERMOLAB  
Modelo NO INDICA  
Serie 3  
Indicador DIGITAL  
Alcance -50 °C a 1150°C  
Resolución 0.1 °C  
Sensor VASTAGO - 20 cm  
Procedencia NO INDICA  
Lugar de calibración LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
Fecha de calibración 2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012, "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0448-036-2021

Página 2 de 2

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado                        | Certificado de Calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| INACAL       | Termómetro con sonda<br>MARCA: LTIutron | 0015-LT-2021               |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                    |                  |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,1 °C   | Final: 20,5 °C   |
| Humedad Relativa      | Inicial: 65 %hr    | Final: 65 %hr    |
| Presión Atmosférica   | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

TEMPERATURA

|       | Indicación del Termómetro °C | Temperatura Convencionalmente Verdadera | Corrección °C |
|-------|------------------------------|---|---------------|
| N° 01 | 100.1                        | 100.6                                   | 0.5           |
| N° 02 | 101.3                        | 101.4                                   | 0.1           |
| N° 03 | 101.8                        | 101.9                                   | 0.1           |
| N° 04 | 102.4                        | 102.3                                   | -0.1          |
| N° 05 | 102.9                        | 102.7                                   | -0.2          |

Corrección en la Lectura (°C)

± 0.3

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com