

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO
F[']C=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA CIVIL

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA(s):

BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL

VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI

ASESOR:

TORRES RAMIREZ, MOISÉS EDGARD

HUÁNUCO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres, porque siempre confiaron en mis capacidades y me dieron más allá de sus posibilidades. A ellos, quienes me inculcaron con valores y me mostraron la belleza de la sencillez en estos tiempos, es a ellos quienes dedico esta tesis en agradecimiento.

Carlos E. Bejarano Espinoza

DEDICATORIA

A mi querida madre. Por ser mi inspiración y mis ganas de vivir. Su constante apoyo han sido las fuerzas que me han impulsado a alcanzar mis metas y perseguir mis sueños. Con todo mi amor y gratitud.

Jean M. Villaverde Aira

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser nuestra fuente de fortaleza y guía constante a lo largo de este arduo pero gratificante camino de la vida.

A nuestros queridos padres, cuyo amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificios han sido la base de nuestros éxitos.

A nuestros demás familiares, quienes con sus valiosos consejos y enseñanzas impulsan nuestros ánimos para alcanzar nuestra superación personal y profesional.

A los respetados docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su sabiduría, orientación y dedicación en impartir y fomentar nuestro crecimiento académico y personal. Y en especial, al Ing. Moisés Edgard Torres Ramírez por su dedicación y paciencia en el desarrollo de esta investigación.

A nuestros compañeros y amigos, por compartir risas, desafíos y momentos inolvidables. Su compañía y a apoyo mutuo han hecho este camino mucho más llevadero y enriquecedor.

¡Muchas gracias a todos!

RESUMEN

El uso de fibras de acero reciclado en forma de viruta proveniente del mecanizado de acero, como refuerzo al concreto, se presenta como una opción promisoriosa para mejorar sus propiedades. La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Se evalúan las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto patrón y concreto con fibras, incorporadas en diferentes longitudes (4cm, 6cm y 8cm) y dosis (20 kg/m³, 40 kg/m³ y 60 kg/m³). Para lo cual los especímenes fueron sometidos a ensayos de consistencia, compresión axial y flexión a los 28 días de edad. Así, la presente investigación se desarrolla bajo el enfoque experimental, es de tipo aplicada ya que se tiene propósitos prácticos definidos, de alcance correlacional de análisis cuantitativo. El diseño de la investigación sigue un procedimiento metodológico del tipo cuasiexperimental.

Los resultados de la investigación revelan que con la adición de fibras de acero reciclado en longitudes de 4cm, 6 cm y 8 cm, junto con dosificaciones de 20 kg/m³, 40 kg/m³ y 60 kg/m³ afectan significativamente las propiedades físico – mecánicas del concreto. La consistencia del concreto fresco tiende a disminuir a medida que se incrementa tanto la dosificación como la longitud de la fibra de acero reciclado incorporada, disminuyendo hasta un 43.72% para la muestra con longitud de 8cm y dosificación de 60 kg/m³. Sin embargo, se obtuvieron mejoras significativas en la resistencia a la compresión y flexión de hasta el 8.23% y 29.84%, respectivamente, para la muestra con longitud 6cm y dosificación de 20 kg/m³, en comparación con la muestra patrón. Con base a los resultados de la presente investigación se ha identificado que la longitud y dosis óptima de estas fibras es de 6 cm y 20 kg/m³, ya que logra un equilibrio entre la esbeltez y la resistencia, mejorando así las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Palabras clave: Fibra de Acero Reciclado, concreto, consistencia, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The use of recycled steel fibers in the form of chips from steel machining, as reinforcement for concrete, emerges as a promising option to enhance its properties. This research aims to evaluate the effect of incorporating recycled steel fibers on the physical-mechanical properties of concrete with a compressive strength of $f_c=210$ kg/cm². The properties of fresh and hardened concrete are evaluated, both for standard concrete and concrete with fibers, incorporated at different lengths (4cm, 6cm, and 8cm) and dosages (20 kg/m³, 40 kg/m³, and 60 kg/m³). To this end, specimens underwent consistency, axial compression, and flexural tests at 28 days of age. Thus, this research is conducted under an experimental approach, applied in nature as it has defined practical purposes, with a correlational scope of quantitative analysis. The research design follows a quasi-experimental methodological procedure.

The research results reveal that the addition of recycled steel fibers at lengths of 4cm, 6cm, and 8cm, along with dosages of 20 kg/m³, 40 kg/m³, and 60 kg/m³, significantly affects the physical-mechanical properties of concrete. The consistency of fresh concrete tends to decrease as both the dosage and the length of the incorporated recycled steel fiber increase, decreasing by up to 43.72% for the sample with a length of 8cm and a dosage of 60 kg/m³. However, significant improvements in compressive and flexural strength of up to 8.23% and 29.84%, respectively, were obtained for the sample with a length of 6cm and a dosage of 20 kg/m³, compared to the standard sample. Based on the results of this research, it has been identified that the optimal length and dosage of these fibers are 6 cm and 20 kg/m³, respectively, as they achieve a balance between slenderness and strength, thus improving the physical-mechanical properties of concrete.

Keywords: Recycled Steel Fiber, concrete, consistency, compressive strength, flexural strength.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. FUNDAMENTACIÓN O SITUACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	20
<i>1.2.1. Problema General.....</i>	<i>20</i>
<i>1.2.2. Problemas Específicos</i>	<i>20</i>
1.3. FORMULACIÓN DEL OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	21
<i>1.3.1. Objetivo General.....</i>	<i>21</i>
<i>1.3.2. Objetivos Específicos</i>	<i>21</i>
1.4. JUSTIFICACIÓN	21
1.5. LIMITACIONES	22
1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICO	23
<i>1.6.1. Hipótesis General.....</i>	<i>23</i>
<i>1.6.2. Hipótesis Específicos</i>	<i>23</i>
1.7. VARIABLES	24
<i>1.7.1. Variable Dependiente.....</i>	<i>24</i>
<i>1.7.2. Variable Independiente.....</i>	<i>24</i>
1.8. DEFINICIÓN TEÓRICA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	25
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26

2.1.1. <i>A Nivel Internacional</i>	26
2.1.2. <i>A Nivel Nacional</i>	28
2.1.3. <i>A Nivel Local</i>	30
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32
2.2.1. <i>El concreto hidráulico u hormigón</i>	32
2.2.1.1 Definición del concreto	32
2.2.1.2 Componentes y complementos del concreto.....	32
2.2.1.3 Ensayo de Agregados	35
2.2.1.4 Diseño de Mezcla de Concreto	35
2.2.1.5 Propiedades del Concreto en Estado Fresco	43
2.2.1.6 Propiedades del Concreto en Estado Endurecido.....	44
2.2.1.7 Fisuración del Concreto	47
2.2.2. <i>Fibras de Acero Reciclado</i>	50
2.2.2.1 Concepto	50
2.2.2.2 Torno	51
2.2.2.3 Proceso de reciclado y aplicación de las fibras de acero.....	51
2.2.2.4 Clasificación de las virutas metálicas producidas en tornerías	52
2.2.2.5 Características de las fibras de acero	54
2.2.2.6 Dimensiones	54
2.2.3. <i>Concreto Reforzado con Fibras</i>	55
2.2.3.1 Características de concreto reforzado con virutas de tornería	57
2.2.3.2 Importancia del Concreto reforzado con fibras metálicas.....	57
2.3. BASES CONCEPTUALES O DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	58
2.4. BASES EPISTEMOLÓGICAS, BASES FILOSÓFICAS Y/O BASES ANTROPOLÓGICOS.....	60
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	61
3.1. ÁMBITO	61
3.2. POBLACIÓN	61
3.3. MUESTRA	61
3.4. NIVEL, TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO.....	63
3.4.1. <i>Nivel de Estudio</i>	63
3.4.2. <i>Tipo de Estudio</i>	63
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	64

3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	66
3.6.1. <i>Métodos</i>	66
3.6.2. <i>Técnicas</i>	66
3.6.3. <i>Instrumentos</i>	67
3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	67
3.8. PROCEDIMIENTO	67
3.8.1. <i>Fase 1: Recolección y Obtención de Materiales</i>	69
3.8.1.1 Fibras de Acero Reciclado.	69
3.8.1.2 Agregados Gruesos y Finos	73
3.8.1.3 Cemento Hidráulico	73
3.8.2. <i>Fase 2: Diseño de mezcla</i>	74
3.8.2.1 Caracterización de Fibras de Acero Reciclado	74
3.8.2.2 Ensayo de Agregados	77
3.8.2.3 Diseño de Mezcla	87
3.8.3. <i>Fase 3: Elaboración y Curado de Muestras</i>	93
3.8.3.1 Elaboración de probetas de concreto	93
3.8.3.2 Curado de probetas de concreto	97
3.8.4. <i>Fase 4: Ensayos del Concreto</i>	98
3.8.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión	98
3.8.4.2 Resistencia a la flexión	100
3.9. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS	102
3.9.1. <i>Análisis Estadístico Descriptivo</i>	102
3.9.2. <i>Análisis Estadístico Inferencial</i>	103
3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS	107
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	108
4.1. MORFOLOGÍA DE LAS FIBRAS DE ACERO	108
4.2. ENSAYO DE ASENTAMIENTO	118
4.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	121
4.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	124
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	129
5.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1	129
5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2	131

5.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3	141
5.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4	152
5.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5	162
5.6. DISCUSIÓN RESPECTO A LOS ANTECEDENTES.....	165
CONCLUSIONES.....	173
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	175
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	176
ANEXOS.....	182
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	183
ANEXO N° 02: INSTRUMENTOS	184
ANEXO N° 03: VALIDACIÓN DEL (DE LOS) INSTRUMENTO (S) POR JUECES	187
ANEXO N° 04: CONSENTIMIENTO INFORMADO	188
ANEXO N° 05: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE AGREGADOS	191
ANEXO N° 06: RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CONVENCIONAL Y CON FIBRA	198
ANEXO N° 07: RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO (VIRUTAS)	204
ANEXO N° 08: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO.....	206
ANEXO N° 09: NOTA BIOGRÁFICA	227
ANEXO N° 10: ACTA DE SUSTENTACIÓN	229
ANEXO N° 11: CONSTANCIA DE SIMILITUD DE TESIS Y REPORTE	230
ANEXO N° 12: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL	234

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fibras de acero de diferentes formas.....	34
Figura 2 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	44
Figura 3 Esquema de ensayo de vigas a ensayadas a flexión con cargas a los tercios	46
Figura 4 Esquema de ensayo a flexión con carga en punto medio	46
Figura 5 Se observa el mecanizado del acero y generación de residuos en forma de viruta .50	50
Figura 6 Virutas largas y continuas.....	52
Figura 7 Virutas en forma de espiral.....	53
Figura 8 Virutas escalonadas.	53
Figura 9 Característica geométrica de las fibras	54
Figura 10 Concreto reforzado con fibras de acero reciclado	56
Figura 11 Fases del procedimiento de investigación	69
Figura 12 Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Ramos”	70
Figura 13 Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Unión”	70
Figura 14 Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Don Juan”	71
Figura 15 Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Raúl”	71
Figura 16 Acopio de virutas de acero	72
Figura 17 Clasificación y acopio de virutas de acero en laboratorio.....	72
Figura 18 Obtención de agregados finos y gruesos, Cantera Huancachupa.....	73
Figura 19 Obtención del cemento Tipo I	74
Figura 20 Obtención de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8 cm	74
Figura 21 Caracterización de fibras de acero reciclado, l=4cm.....	76
Figura 22 Caracterización de fibras de acero reciclado, l=6cm.....	76
Figura 23 Caracterización de fibras de acero reciclado, l=8cm.....	77
Figura 24 Procedimiento de cuarteo para toma de muestras de ensayo	78
Figura 25 Peso de muestras húmedas del agregado grueso	78
Figura 26 Peso de muestras húmedas del agregado fino	79
Figura 27 Colocación y extracción de muestras de agregados finos y gruesos del horno.....	79
Figura 28 Procedimiento de obtención de muestra de agregados para tamizado	80
Figura 29 Tamizado manual de agregado grueso	81
Figura 30 Tamizado manual de agregado fino.....	81
Figura 31 Procedimiento de ensayo, peso unitario compactado.....	82

Figura 32	Sumersión en agua de agregado grueso	83
Figura 33	Secado de agua superficial en el agregado grueso	83
Figura 34	Peso del agregado grueso totalmente sumergido.....	84
Figura 35	Peso del agregado grueso totalmente sumergido.....	84
Figura 36	Sumersión en agua de agregado fino.....	85
Figura 37	Proceso de secado del agregado fino.....	85
Figura 38	Proceso de secado del agregado fino.....	86
Figura 39	Proceso de secado al horno de agregado fino.....	86
Figura 40	Mezcladora de Concreto.....	93
Figura 41	Moldes para probetas de ensayos	93
Figura 42	Mezcladora de Concreto.....	94
Figura 43	Mezcladora de Concreto.....	94
Figura 44	Dosificación de materiales para elaboración de mezcla.....	95
Figura 45	Dosificación de materiales para elaboración de mezcla.....	95
Figura 46	Ensayo de Slump para medir consistencia del concreto.....	96
Figura 47	Elaboración de probetas para ensayos de compresión y flexión	96
Figura 48	Desmolde de probetas de concreto	97
Figura 49	Curado de probetas de concreto	97
Figura 50	Medición de probetas de concreto cilíndricas	98
Figura 51	Prueba de resistencia a la compresión.....	98
Figura 52	Registro de carga máxima a la compresión.....	99
Figura 53	Probeta de concreto cilíndrica posterior al ensayo	99
Figura 54	Medición de probetas de concreto prismáticas.....	100
Figura 55	Prueba de concreto a la flexión	100
Figura 56	Registro de carga máxima a la flexión	101
Figura 57	Viga de concreto prismática posterior al ensayo	101
Figura 58	Curva F y valor crítico $F\alpha, v1, v2$	106
Figura 59	Gráfico del proceso de medición del slump para la consistencia.....	118
Figura 60	Gráfico de resultados de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero.....	120
Figura 61	Gráfico de resultados de resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero.....	123

Figura 62 Gráfico de resultados de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero.....	127
Figura 63 Gráfico de esbeltez de fibra de acero reciclado.....	130
Figura 64 Gráfico de datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.....	132
Figura 65 Gráfico de datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.....	133
Figura 66 Gráfico de datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.....	134
Figura 67 Gráfico comparativo de consistencia del concreto con inclusión de fibra según Longitud.....	134
Figura 68 Gráfico de datos de consistencia del concreto con inclusión de fibra de acero – 20 kg/m ³	135
Figura 69 Gráfico de datos de consistencia del concreto con inclusión de fibra de acero – 40 kg/m ³	136
Figura 70 Gráfico de datos de consistencia del concreto con inclusión de fibra de acero – 60 kg/m ³	137
Figura 71 Gráfico comparativo de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero según dosificación.....	138
Figura 72 Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.....	142
Figura 73 Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.....	143
Figura 74 Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.....	144
Figura 75 Gráfico comparativo de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra según Longitud.....	144
Figura 76 Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra de acero – 20 kg/m ³	145
Figura 77 Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra de acero – 40 kg/m ³	146
Figura 78 Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra de acero – 60 kg/m ³	147

Figura 79 Gráfico comparativo de resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero según dosificación.	148
Figura 80 Gráfico de datos de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.	153
Figura 81 Gráfico de datos de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.	154
Figura 82 Gráfico de datos de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.	155
Figura 83 Gráfico comparativo de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra según Longitud.	155
Figura 84 Gráfico de datos de resistencia a flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m ³	156
Figura 85 Gráfico de datos de resistencia a flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m ³	157
Figura 86 Gráfico de datos de resistencia a flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m ³	158
Figura 87 Gráfico comparativo de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero según dosificación.	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la Variables	25
Tabla 2 Resistencia promedio a la compresión requerida cuando hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra	36
Tabla 3 Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone menos de 30 ensayos.....	37
Tabla 4 Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra	37
Tabla 5 Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras	38
Tabla 6 Contenido de aire atrapado.....	39
Tabla 7 Volumen de agua por m ³	40
Tabla 8 Relación de agua/cemento por resistencia	40
Tabla 9 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	41
Tabla 10 Clases de mezcla según su asentamiento	44
Tabla 11 Muestras para el ensayo a compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ²	62
Tabla 12 Muestras para el ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ²	63
Tabla 13 Datos para el diseño de mezcla	87
Tabla 14 Valores aproximados de la cantidad de agregados en volumen.	90
Tabla 15 Diseño de mezcla en estado seco.	90
Tabla 16 Tabla de ANOVA.....	105
Tabla 17 Resultados de morfología de fibras de acero de longitud 4cm.	109
Tabla 18 Resumen de morfología de fibras de acero de longitud 4cm.	111
Tabla 19 Resultados de morfología de fibras de acero de longitud 6cm.	112
Tabla 20 Resumen de morfología de fibras de acero de longitud 6cm.	114
Tabla 21 Resultados de morfología de fibras de acero de longitud 8cm.	115
Tabla 22 Resumen de morfología de fibras de acero de longitud 8cm.	117
Tabla 23 Resultados de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero.....	119
Tabla 24 Resultados de resistencia a la compresión de concreto con incorporación de fibra de acero.	122
Tabla 25 Resultados de resistencia a la flexión de concreto con incorporación de fibra de acero según NTP 339.078.	126
Tabla 26 Propiedades morfológicas de las fibras de acero reciclado.....	129

Tabla 27	Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.	131
Tabla 28	Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.	132
Tabla 29	Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.	133
Tabla 30	Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m ³ .	135
Tabla 31	Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m ³ .	136
Tabla 32	Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m ³ .	137
Tabla 33	Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de consistencia.	139
Tabla 34	Prueba de Games-Howell para los datos de consistencia.	140
Tabla 35	Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.	141
Tabla 36	Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.	142
Tabla 37	Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.	143
Tabla 38	Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m ³ .	145
Tabla 39	Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m ³ .	146
Tabla 40	Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m ³ .	147
Tabla 41	Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de resistencia a la compresión.	149
Tabla 42	Prueba ANOVA para los datos de resistencia a la compresión.	150
Tabla 43	Prueba T de Dunnett para los datos de resistencia a la compresión.	150
Tabla 44	Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.	152
Tabla 45	Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.	153
Tabla 46	Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.	154

Tabla 47 Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m ³	156
Tabla 48 Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m ³	157
Tabla 49 Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m ³	158
Tabla 50 Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de resistencia a la flexión.	160
Tabla 51 Prueba de Games-Howell para los datos de resistencia a la flexión.	161
Tabla 52 Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de consistencia.	162
Tabla 53 Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de consistencia.	163

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centra en evaluar cómo la incorporación de fibras de acero reciclado, obtenidas del mecanizado de acero, influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto. Para lo cual, se exploran diferentes longitudes de fibra (4cm, 6cm y 8cm) y dosificaciones (20kg/m³, 40 kg/m³ y 60 kg/m³). Se analizan específicamente la consistencia, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión (módulo de rotura). Esta investigación también propone determinar la longitud y dosis óptimas que logren un equilibrio de las propiedades físico-mecánicas del concreto.

En los últimos años, el uso de fibras de acero ha despertado un creciente interés debido a sus mejoras evidentes en las propiedades del concreto, especialmente en su resistencia a la flexión. Paralelamente, se ha buscado sustituir las fibras convencionales por fibras de acero reciclado como una alternativa más sostenible. Sin embargo, es importante señalar que las fibras obtenidas del mecanizado de acero, a pesar de representar una opción prometedora, han recibido menos atención en la investigación actual.

En este contexto, persiste la necesidad de realizar una investigación más exhaustiva sobre los posibles beneficios de las virutas de acero como refuerzo para el concreto convencional. Por lo tanto, en este estudio se examina el desempeño del concreto reforzado con fibras, considerando diversas longitudes y dosificaciones, dado que estas variables ejercen una influencia significativa.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación o Situación del Problema de Investigación

El concreto destaca como un material ampliamente empleado en la industria de la construcción gracias a su resistencia y durabilidad. Sin embargo, la fragilidad es su problema principal, lo que limita su capacidad de soportar cargas a tracción, de este modo lo hace susceptible a romperse o agrietarse y por tanto es necesario reforzarlo para obtener un mejor desempeño. Esta limitación en el concreto se ve superada comúnmente incorporando elementos de refuerzo tales como barras de acero para asumir las tensiones. Otro modo de mejorar el comportamiento ante estas solicitaciones, consiste en emplear fibras que se distribuyen uniformemente en todo el volumen del concreto, formando un material denominado concreto reforzado con fibras (Grzymisk et al., 2019).

El uso de fibras ha ganado interés en los últimos años como solución o alternativa al refuerzo del concreto. Y actualmente, tiene aplicaciones diversas: en elementos prefabricados, pavimentos industriales, en el gunitado de túneles, canales y taludes; estos constituyen ejemplos de aplicaciones más populares. Igualmente, las fibras que se emplean pueden ser, en función a la materia prima, metálicas, naturales y sintéticas. Siendo las fibras metálicas, especialmente las de acero, las más utilizadas (MACCAFERRI, 2007).

Por otro lado, a pesar de los beneficios, las fibras de acero tradicional son costosas y no son sostenibles desde el punto de vista ambiental. Liew y Akbar (2020) indican, que la utilización de recursos naturales y la emisión de CO₂ en la producción de fibras de acero a escala industrial a nivel mundial, resultan ser perjudiciales para el medio ambiente. Bajo esta perspectiva, se realizaron importantes esfuerzos de investigación para reemplazar las fibras de acero comercial con acero reciclado.

Wang et al. (2000), revisaron diversas investigaciones sobre el concreto reforzado con fibras recicladas, en su mayoría se sustenta que las fibras mejoran significativamente las propiedades mecánicas de tracción, además de proporcionar un mejor comportamiento en la ductilidad y tenacidad del concreto convencional. Entre las Fibras recicladas, podemos destacar a las fibras de acero obtenidos de los neumáticos y fibras de viruta de acero obtenidos del desecho mecanizado; cabe señalar que las últimas son las menos estudiadas en la actualidad.

De igual manera, luego de una revisión sistemática de investigaciones existentes sobre virutas de acero, realizadas por Muñoz et al. (2021), destacan que las virutas de acero tienen una alta afinidad en la matriz del concreto, lo que se traduce en una importante mejora en el comportamiento a flexión, y como consecuencia un aumento del módulo de rotura y ductilidad. De este modo, el uso de virutas como refuerzo al concreto se plantea como una opción promisoría para incrementar sus propiedades mecánicas.

Se considera que las propiedades mecánicas y durabilidad son los criterios fundamentales que determinan la calidad del concreto. Sin embargo, su baja resistencia ante esfuerzos de tracción por su fragilidad es una preocupación común. En Huánuco se evidencia esta problemática en estructuras sometidas a esfuerzos de flexión y tracción, como los pavimentos, donde presentan fisuras o grietas que evidencian su falla afectando su durabilidad. En este contexto, es crucial abordar la cuestión de la fragilidad del concreto con el objeto de asegurar la calidad y seguridad de las estructuras.

Utilizar las virutas de acero, que son considerados como desechos o desperdicios como refuerzo en el concreto, resulta ser una alternativa sostenible y potencialmente viable para abordar los problemas de fragilidad del concreto, y a la vez disminuir los problemas ambientales. Más aún cuando estos desechos o desperdicios están disponibles y son de fácil acceso. Los podemos obtener de locales distribuidos en distintos puntos de la ciudad de Huánuco, dedicados a los trabajos mecánicos, comúnmente llamados “tornerías”, donde se generan en grandes cantidades, y no son aprovechadas por lo contrario son eliminadas terminando generalmente en botaderos de basura.

A pesar de la evidencia de los beneficios potenciales de las virutas de acero, aún existe la necesidad de una investigación más detallada para comprender plenamente el comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero reciclado (FAR). Es importante señalar que, el desempeño del concreto reforzado con fibras está significativamente influenciado por la dosificación y geometría de las fibras.

De este modo, la presente investigación evalúa el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado como refuerzo del concreto sobre sus propiedades físico-mecánicas, considerando diversas longitudes y dosificaciones. Se espera que los resultados obtenidos reflejen mejoras en las propiedades del concreto, contribuyendo así a una comprensión más profunda del tema.

1.2. Formulación del Problema de Investigación General y Específicos

1.2.1. *Problema General*

¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Huánuco?

1.2.2. *Problemas Específicos*

PE1: ¿Cuál es la morfología de las fibras de acero reciclado para la incorporación en el concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

PE2: ¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m^3 , en la consistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

PE3: ¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m^3 , en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

PE4: ¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m^3 , en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

PE5: ¿Cuál es la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe adicionar para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

1.3. Formulación del Objetivo General y Específicos

1.3.1. *Objetivo General*

Evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Huánuco.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

OE1: Caracterizar las fibras de acero reciclado en términos de morfología para la incorporación en el concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

OE2: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m^3 , en la consistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

OE3: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m^3 , en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

OE4: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m^3 , en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

OE5: Determinar la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar para mejorar las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

1.4. Justificación

La presente investigación cuenta con **justificación teórica**, porque resume los conceptos clave de los autores más relevantes que hacen referencia a las variables del estudio. Por otro lado, pretende ampliar o profundizar el entendimiento sobre la influencia de la incorporación de FAR sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto.

De la misma forma, presenta una **justificación práctica**, en la medida que la presente investigación brinde una solución al problema de la fragilidad del concreto y su baja

resistencia ante sollicitaciones a tracción. Así mismo, propone el uso de materiales considerados como desechos (virutas de acero), incorporado al concreto, como una alternativa sostenible al reducir el uso de materias primas y en fomento de la utilización de materiales reciclados.

Asimismo, presenta una **justificación económica**, ya que el uso de FAR se presenta como una alternativa en reemplazo de las fibras de acero comercial (FAC) para mejorar las propiedades físico-mecánicas, que permitiría reducir los costos de producción y construcción. Por un lado, se evitaría el uso de materias primas y se promovería su conservación resultando en un impacto económico positivo a largo plazo. Así mismo, los costos de adquisición de materiales reciclados suelen ser inferiores en comparación a los comerciales, lo que podría resultar en significativos ahorros en proyectos de construcción.

Igualmente, presenta una **justificación social**, toda vez que la mejora en las propiedades se traduce en una mayor durabilidad de las estructuras de concreto. En consecuencia, una mejora de la calidad de vida de los usuarios. Así mismo, el uso de materiales reciclados, como las virutas de acero, podría generar oportunidades de empleo para su recolección, clasificación y procesamiento.

Además, cuenta con una **justificación investigativa**, pues los resultados permitirán generar nuevos conocimientos, enfoques o métodos como mejora en las propiedades físico - mecánicas del concreto y se promueva la adopción de prácticas más sostenibles e innovadores en la industria de la construcción.

1.5. Limitaciones

La presente investigación abarca la utilización de virutas de acero generadas en la ciudad de Huánuco, los cuales son incorporados en características específicas y dosificaciones distintas, como refuerzo al concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm². Además, no se cuenta con investigaciones sobre el uso de virutas de acero reciclado como fibras en el medio local, imposibilitando la realización de una contrastación de resultados.

Por otro lado, esta investigación evalúa la influencia de las FAR mediante ensayos como: consistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Y no se profundiza en evaluar otras propiedades físico-mecánicas, ya que la universidad y otros laboratorios de la región no cuentan con equipos necesarios para tal fin.

1.6. Formulación de Hipótesis General y Específico

1.6.1. Hipótesis General

La incorporación de fibras de acero reciclado, mejoran las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Huánuco.

1.6.2. Hipótesis Específicos

HE1: La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, no afecta la consistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

HE2: La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, mejoran la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

HE3: La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, mejoran la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

HE4: La relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar es la de 6 cm y 40kg/kgm³ para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

1.7. Variables

1.7.1. *Variable Dependiente*

Y: Propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm².

- ❖ Consistencia del concreto (Ficha de laboratorio según NTP 339.035 2009 – ASTM C143/C143 2008)
- ❖ Resistencia a la compresión (Ficha de laboratorio según NTP 339.034 2015 – ASTM C39/C39 M2015)
- ❖ Resistencia a la flexión (Ficha de laboratorio según NTP 339.078 2012 – ASTM C78/C78 M-10)

1.7.2. *Variable Independiente*

X: Fibras de acero reciclado

- ❖ Longitud 4, 6 y 8 cm (Regla metálica y cizalla)
- ❖ Dosificación 20, 40 y 60 kg/m³ (Balanza y herramientas)

1.8. Definición Teórica y Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de la Variables

VARIABLES						
Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Tipo de Variable
X: Fibras de acero reciclado	Filamentos de acero que se utilizan para reforzar las propiedades del concreto	La variable independiente X (fibras de acero reciclado), se operacionaliza mediante sus dimensiones, dosificación, que vienen a ser sus características.	Longitud	4cm 6cm 8cm	cm	Cuantitativo
			Diámetro	Diámetro equivalente	mm	Cuantitativo
			Dosificación	20 kg/m ³ 40 kg/m ³ 60 kg/m ³	Kg/m ³	Cuantitativo
Variable Dependiente						
Y: Propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm².	Se refieren a las características o cualidades físicas y mecánicas que definen su naturaleza y comportamiento, los cuales pueden identificarse por simple observación y/o mediciones.	La variable dependiente Y (propiedades físicas y mecánicas del concreto), se operacionaliza mediante sus dimensiones: trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión que son las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.	Consistencia	Medida del Asentamiento (Slump 3"-4")	Pulg o mm	Cuantitativo
			Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo a la compresión (f'c)	Kg/cm ²	Cuantitativo
			Resistencia a la flexión	Esfuerzo máximo a la flexión (MR)	Kg/cm ²	Cuantitativo

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. A Nivel Internacional

Gao et al. (2022), en la investigación titulada: “Experimental study on basic mechanical properties of recycled steel fiber reinforced concrete”, utilizaron materiales sobrantes formados por el mecanizado como fibra de acero reciclado. Como parte del estudio experimental se consideró tres tipos de hormigón: hormigón normal, hormigón con fibras primarias y recicladas en contenidos del 20, 40, 60, 80, 100 y 150 kg/m³. Debemos mencionar además, que la fibra reciclada fue de forma rizada en espiral con longitud de 3 a 6 cm, grosor de 0.25 a 0.35 mm, ancho de 1.5 a 3.5 mm y relación de longitud-diámetro de aproximadamente 20-25. Los resultados revelan que al aumentar el contenido en volumen de fibras recicladas, se reduce significativamente el asentamiento; se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión. Dónde, el aumento de la resistencia a tracción y flexión es significativamente mayor a la resistencia a compresión. De este modo, se evidencia los beneficios sobre las propiedades mecánicas, ocasionado por la incorporación de fibras de acero reciclado.

Velasquez (2020), en su tesis titulada: “*Análisis Comparativo de Resistencia a Compresión Simple y Tracción Indirecta de Concreto Reforzado con Virutas de Acero Reciclado*”, en la que tuvo como objeto analizar la adición de viruta de acero reciclado al concreto, sobre la resistencia a la compresión y tracción indirecta. Para lo cual, consideró muestras de especímenes circulares en proporciones de 5% y 8% de viruta de acero reciclada con respecto al agregado fino, para ser ensayadas a compresión luego de 7 y 28 días de edad; igualmente, para ensayos a tracción luego de 28 días de edad. Llegando a las siguientes conclusiones: En base a los resultados del ensayo a compresión a los 28 días la muestra con 5% de viruta se mantuvo y fue la que mejor resistió; respecto al ensayo a tracción realizado a los 28 días, al igual que el ensayo a compresión, la muestra con 5% mostró mejor resistencia.

Por su parte los autores, **Keshavarz y Mostofinejad (2019)**, en la investigación titulada: “*Steel chip and porcelain ceramic wastes used as replacements for coarse aggregates in concrete*”, cuyo objetivo fue el de explorar posibles formas de utilizar residuos de acero y cerámicos en la elaboración de hormigón como mejora en las propiedades del

concreto y como medida para prevenir su acumulación en el medio ambiente. Para este propósito se prepararon especímenes de concreto adicionando virutas de acero solamente, en proporciones de volumen de 1%, 1.25% y 1.5%. Para luego determinar las características mecánicas de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Resultando que las virutas de acero podían aumentar la resistencia a la compresión y tracción hasta en un 12.8 % y un 21%, respectivamente. Además, se determinó que las virutas de acero tienen efectos positivos en los índices de resistencia a la flexión y tenacidad, como lo demuestra una mejora del 64.7 % lograda en la resistencia a flexión. Por lo tanto, las virutas de acero pueden ser usadas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto y como una alternativa para ahorrar materias primas y energía en armonía del medio ambiente.

Para **Cando (2016)**, en su tesis titulada: “*Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Hormigón elaborado con Fibras de Acero Reciclado*”, donde empleó fibras metálicas recicladas producidas en la industria metal mecánica para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. Además, utilizó fibras comerciales con propósitos de comparación. Llegando a las siguientes conclusiones: evaluado las propiedades del hormigón en estado fresco se evidencia que un aumento en la cantidad de fibras metálicas se traduce en una reducción del valor del asentamiento disminuye, lo que resulta en una mezcla menos trabajable; respecto a la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad, se logran resistencias superiores con fibras metálicas recicladas, incrementando en 30.70% en comparación con el concreto convencional y un 22.28% en comparación al concreto que contiene fibras comerciales; la prueba de resistencia a tracción indirecta a los 28 días, muestra una resistencia superior al emplear fibras metálicas recicladas, experimentando un incremento del 39.08% en comparación al concreto sin fibras y un aumento del 11.64% en relación al concreto que incorpora fibras comerciales; así mismo, la prueba de resistencia a la flexión a los 28 días revela que se logran módulos de ruptura superiores al emplear fibras comerciales, registrando un aumento del 25.14% en comparación con el concreto sin fibras y un incremento del 5.90% en relación al hormigón con fibras recicladas. De esta manera, se evidencia los beneficios en la mejora de propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras metálicas recicladas, incluso se alcanzan resultados mayores de resistencia a la compresión y tracción comparados con las fibras comerciales.

Por otro lado, **Djebali et al. (2013)**, en cuya investigación titulada: “*Mechanical Behavior of Steel-Chips-Reinforced Concrete*”, estudiaron las virutas de acero resultantes del mecanizado de piezas de acero como refuerzo del concreto. Para ello, se prepararon especímenes con adiciones de virutas de acero en volumen de 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.2% y 1.5% y se evaluó el comportamiento mecánico del material compuesto mediante ensayos de tracción directa, compresión y flexión. Los resultados se compararon con concretos reforzados con fibras convencionales. Obteniendo lo siguiente, 1) contenidos elevados de virutas de acero provoca una reducción de su resistencia a la tracción y a la compresión, 2) la composición de concreto que garantiza un mejor comportamiento entre resistencia y ductilidad es el concreto con 0.6% de viruta, 3) Las virutas generan igualmente una mejora significativa en el comportamiento a flexión, consistente en un aumento de la carga de falla y un nivel significativo de ductilidad.

Con la evidencia del aumento de resistencia y la notable ductilidad introducida en el comportamiento post-fallo del concreto reforzado con virutas de acero, resulta de gran interés continuar su investigación.

2.1.2. A Nivel Nacional

Urbina (2022), en su tesis titulada: “*Influencia del tamaño y dosificación de viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión en concreto 210kg/cm²*”, llegó a lo siguiente; luego de ensayar al concreto reforzado con viruta de acero en longitudes de 30mm y 40mm considerando dosis de 3%, 5% y 7%. Dónde la metodología empleada en la investigación implicó la comparación de resultados entre el concreto convencional y el experimental. Se observó a los 28 días un aumento en la resistencia a la compresión al incorporar un 3% de virutas de acero con una longitud de 30 mm, representando un aumento del 27.66% en relación al concreto patrón. Además, para la resistencia a la flexión a los 28 días y con una longitud de 30 mm, se evidenció un aumento del 12.20% respecto al concreto patrón. Así, el estudio evidencia el efecto en las propiedades del concreto, al variar la longitud y dosis de virutas de acero.

Por su parte, **Neira (2022)**, en su tesis titulada: “*Adición de virutas de acero reciclado para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en construcciones de edificaciones, Arequipa 2022*”, buscó establecer los cambios en las propiedades físicas-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando virutas de acero reciclado. De modo

que empleó 80 ejemplares, que comprende 40 probetas cilíndricas y 40 prismas de viga; hallando los siguientes resultados; el SLUMP experimentó una reducción del 5% respecto al concreto patrón, el ensayo a compresión evidenció un aumento máximo de 18.96 kg/cm² respecto al patrón y el ensayo de flexión reveló un incremento máximo de 3.35 kg/cm² en el módulo de rotura en contraste al patrón. En definitiva, a medida que se incrementa la dosis de viruta de acero se genera una disminución del asentamiento, por lo contrario, se evidencia mejoras en la resistencia a compresión y el módulo de rotura.

Por otro lado, **Chambi y Gutiérrez (2021)**, en cuya tesis titulada: *“Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=280$ kg/cm² aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca-Puno, 2021”*, incorporaron al concreto virutas de acero en cantidades del 2 %, 4% y 8% con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas. Donde determinaron que la incorporación del 4% de virutas de acero mejora las características de la compresión en un 19.638%, en tanto la resistencia a la flexión con 8% de viruta resultó ser la más influyente mejorando esta resistencia en un 29.10% y para el caso de la resistencia a tracción se determinó que el porcentaje más influyente fue del 4% de virutas de acero mejorando esta característica en un 10.18%. Concluyeron con la inclusión de virutas de acero en el concreto $f'c=280$ kg/cm², mejora significativamente las propiedades mecánicas de acuerdo al % de adición, resultando que el porcentaje más influyente fue del 4% sobre la resistencia a la compresión y tracción, por otro lado, la más influyente sobre la resistencia a flexión resultó ser la del 8% de virutas de acero.

Rafael y Reynal (2020), en cuya tesis titulada: *“Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Trujillo 2020”*, se evaluó y comparó el comportamiento de las fibras recicladas y comerciales incorporadas al concreto $f'c=210$ kg/cm² en proporciones del 1%, 2.5 % y 4%, en las propiedades del concreto fresco y endurecido. Obteniendo lo siguiente: respecto al asentamiento del concreto, mientras más porcentaje de fibra reciclada o comercial, es agregada al concreto esta se vuelve más seca y resultando en una baja trabajabilidad; en cuanto a la resistencia a la compresión ensaya a los 28 días, la proporción de 1% tuvo mejores resultados, obteniendo una resistencia de 241.41 kg/cm² con fibra reciclada y, 265.06 kg/cm² con fibra comercial; por otro lado, el ensayo a flexión ensayada a los 28 días, determinó que el 4% de fibra tuvo mejores resultados, resultando en una resistencia de 5.57 MPa con fibra reciclada y, 5.8 MPa con fibra comercial, siendo mayores a la resistencia del

concreto patrón, dónde se alcanzó una resistencia de 4.72 MPa. De este modo, se observa una mejora en la resistencia a flexión del concreto.

Los autores **Cordova y Turpo (2019)**, en la tesis titulada: *“Efecto de la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas a compresión, tracción y flexión del concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019”*, siendo el objeto del estudio determinar las propiedades mecánicas del concreto endurecido, así que elaboraron 48 probetas cilíndricas y 12 probetas de vigas prismáticas adicionando fibras de acero reciclado en porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50%; llegando a lo siguiente: el ensayo a compresión a los 28 días de edad del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibra, resultó en resistencias a la compresión de 288, 273 y 259 kg/cm^2 respectivamente; en cuanto al ensayo a tracción a los 28 días de edad del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con las mismas proporciones de fibra, se obtuvieron resistencias a la tracción de 38.3, 42 y 43 kg/cm^2 respectivamente y para el ensayo a flexión a los 28 días de edad del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con las mismas proporciones de fibra, se observaron resistencias a la flexión de 41, 46 y 49 kg/cm^2 respectivamente.

2.1.3. A Nivel Local

Espinoza y Arquíñigo (2022), en cuya tesis titulada : *“EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO $F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$, CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO – 2021”*, dónde el propósito consistió en evaluar la resistencia a la flexión de un pavimento rígido $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ incorporando filamentos de acero (10, 2 y 30kg) y macrofibra de polipropileno (4, 6, y 8kg), como refuerzo al concreto. Luego del ensayo a flexión a los 28 días obtuvieron utilizando 10kg, 20kg y 30 kg de fibra de acero se tiene un incremento del 5.07%, 8.71% y 7.47% respectivamente frente al concreto tradicional. Del mismo modo, empleando 4kg y 6kg de macrofibra de polipropileno se tiene un incremento del 0.37% y 18.63% respectivamente frente al concreto tradicional, al contrario empleando 8kg el cuál mostró un decremento de 4.28%. De este modo, el estudio muestra mejoras en la resistencia a flexión del concreto, con la utilización de fibras metálicas y polipropileno en dosis correctas.

Por otro lado, **Evaristo (2018)** en su tesis titulada: “*CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS Y FIBRAS SINTÉTICAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA – HUÁNUCO*”, cuyo objetivo fue analizar el concreto en cuanto a su resistencia a la compresión y flexión adicionando fibra metálica y fibra sintética, para ello se realizaron probetas incorporando fibras de acero y sintéticas en dosis de 20 kg por m³. Luego de los ensayos se observó, que la incorporación de fibras repercute sobre la propiedad en estado fresco, reduciendo el asentamiento de 3 ¼” a 3”; en el caso de la resistencia a compresión se obtuvo mejores resultados con la adición de fibras metálicas en comparación a las sintéticas, resultando en promedio 271 kg/cm² de resistencia; en cuanto a la resistencia a flexión se observa igualmente un mejor comportamiento con la adición de fibras metálicas.

Soto (2018), en su tesis titulada: “*ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO DE $f_c' = 210\text{kg/cm}^2$ REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO-HUANUCO-2016*”, cuyo propósito fue determinar la resistencia a la tracción del concreto $f_c' = 210\text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de acero en dosis de 0%, 1%, 2% y 3% en volumen a la matriz del concreto para luego ser sometidos a ensayos de tracción indirecta, donde obtuvo resistencias a la tracción de 23.011, 27.087, 30.606 y 37.360 kg/cm² para dosis de 0%, 1%, 2% y 3% respectivamente. Así pues, el estudio muestra la efectividad del uso de fibras de acero.

Por su parte, **Cotrina (2016)** en su tesis titulada: “*Uso de Concreto Reforzado con Fibras de Acero para Mejorar la Ductilidad en Vigas Rectangulares*”, cuyo objetivo fue determinar la ductilidad en vigas de concreto usando fibras de acero, para lo cual diseñó vigas simplemente apoyadas con dos cargas puntuales a los tercios de luz de la viga, con adiciones de 0%, 1%, 2% en volumen de fibra de acero. Luego de los ensayos determinó que la incorporación de fibras de acero mejora la ductilidad en vigas de concreto armado, del mismo modo señala que el uso de fibras de acero previene la formación, propagación y tamaño de las fisuras.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. *El concreto hidráulico u hormigón*

2.2.1.1 *Definición del concreto*

Es un material compuesto producto de la mezcla de cemento, agregados (arena, grava o piedra chancada) y agua. Esta mezcla homogénea puede ser moldeada y, una vez que se genera el proceso de fraguado, formar una estructura sólida y resistente, razón por la cual lo convierte en un material ampliamente utilizado en la construcción de obras civiles e infraestructuras.

De acuerdo con Abanto (2017), El concreto posee una gran maleabilidad al momento de su elaboración, antes de que inicie su proceso de endurecimiento, lo que le permite adoptar diversas formas. A medida que el concreto se va aguantando, su resistencia a la compresión (RC) aumenta, lo que mejora significativamente su capacidad para adherirse a otros elementos, como las fibras de acero.

Debido a estas características, el uso del concreto en la construcción abarca una variedad de aplicaciones de distintas estructuras, que incluyen edificaciones, puentes, pavimentos, reservorios, entre otros.

2.2.1.2 *Componentes y complementos del concreto*

Compuesto principalmente de agregados, cemento Portland y agua. Y de forma secundaria encontramos al aire, adiciones, aditivos y fibras. Los cuales se combinan en distintas proporciones para definir sus propiedades y características.

A. *Cemento.* Uno de los componentes esenciales en la elaboración del concreto. Material aglutinante, cuando se mezcla con el agua, forma una pasta capaz de unir los demás elementos del concreto. Este proceso, conocido como hidratación, ocurre cuando el cemento entra en contacto con el agua.

El cemento está compuesto por varios elementos, destacando principalmente la presencia del silicato tricálcico (C_3S), silicato dicálcico (C_2S), aluminato tricálcico (C_3S) y ferroaluminato tetracálcico (C_4AF). Además de estos compuestos principales,

existen otros en menos cantidades que participan en el proceso de hidratación (Montalvo, 2015).

B. Agua. Elemento fundamental para la producción de concreto, relacionado con las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto. El agua reacciona con el cemento a través de químicos de hidratación, cuando entra en contacto con el cemento, se le denomina pasta.

Asimismo, “el agua apta para el concreto debe ser potable y exenta de ácidos, sales, aceites y materiales orgánicos. Su función principal es hidratar el cemento para mejorar la trabajabilidad del diseño de la mezcla utilizada” (Harmsen, 2002, p. 13).

C. Agregados. Según Abanto (2017), componente del concreto, conocido también como árido, son materiales inertes que se combina con el cemento y el agua, para formar el concreto. Los agregados representan aproximadamente el 75% del volumen total del concreto y deben estar libres de impurezas, ya que, de lo contrario, no se combinarán adecuadamente con la pasta de cemento.

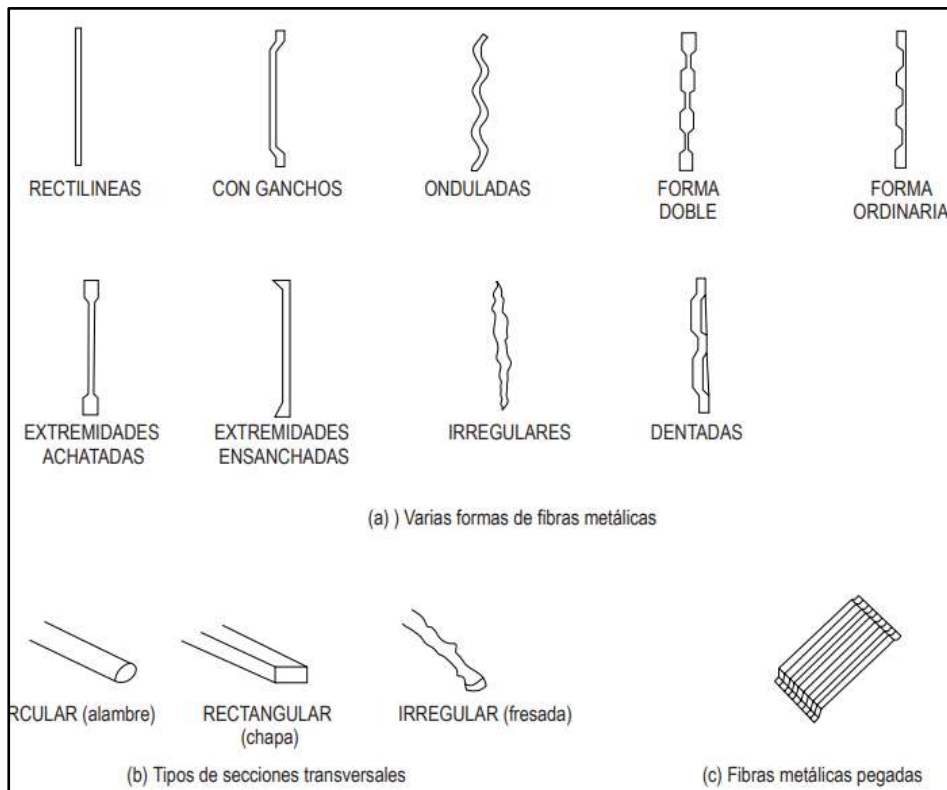
En base al tamaño de los agregados la norma NTP 400.037 los clasifica en agregados finos y gruesos.

Agregado fino. “Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μ m (N° 200)” (INDECOPI, 2014, p. 6).

Agregado Grueso. “Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca” (INDECOPI, 2014, p. 6).

D. Fibras de Acero. Utilizada como refuerzo en la mezcla del concreto. Se define por tener una dimensión longitudinal predominante en comparación con las demás. Pueden tener una forma recta o doblada para permitir una dispersión uniforme en la masa, sin afectar sus características geométricas (MACCAFERRI, 2007).

Figura 1
Fibras de acero de diferentes formas.



Nota. Adaptado de (MACCAFERRI, 2007, p. 17).

Las fibras de acero empleados en el concreto, se clasifican, de acuerdo a la norma ASTM A820/A820M-22, en:

- TIPO I. Alambre trefilado en frío.
- TIPO II. Corte de chapa.
- TIPO III. Extraído en fusión.
- TIPO IV. Alambre fresado.
- TIPO V. Alambre modificado estirado en frío.

2.2.1.3 Ensayo de Agregados

Los agregados constituyen de un 65 % a 85% del volumen del concreto. Por tanto, es importante conocer sus propiedades físicas, para asegurar la calidad del concreto. Estas propiedades se obtienen mediante ensayos, cuyos procedimientos se encuentran detallados en la normativa peruana vigente.

A continuación, se detallan los principales ensayos de los agregados.

- NTP 400.012 – “AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”.
- NTP 339.185 – “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”.
- NTP 400.017 – “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados”.
- NTP 400.021 – “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”.
- NTP 400.022 – “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”.

2.2.1.4 Diseño de Mezcla de Concreto

Conociste en la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, es definida como el proceso que, en base a la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, permite lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente y económico los requerimientos particulares del proyecto constructivo. (Torre, 2004, p. 88)

Asimismo, Abanto (2017) indica que “las proporciones de la mezcla de concreto, deben ser seleccionadas para proporcionar la manejabilidad, resistencia y durabilidad necesarias para el trabajo específico que se está realizando” (p.60).

Ahora bien, el Hormigón Fibroreforzado no es más que el mismo conglomerado con un componente adicional que son las fibras, las cuales a nivel de la producción de la mezcla deben ser consideradas como un árido más, por lo que no es necesario modificar los componentes al incluir éstas dentro de la mezcla. (MACAFERRI, 2007, p. 62)

Así, existen numerosos métodos disponibles para diseñar mezclas con el objetivo de obtener concretos con propiedades particulares, sin embargo, todos necesitan ser corregidos con datos experimentales de laboratorio. Comenzaremos por establecer la resistencia requerida para luego mostrar el procedimiento de diseño.

A. Elección de la resistencia requerida. Esta resistencia va estar en función a la experiencia del diseñador o la disponibilidad de información que tenga el mismo, pero siempre vamos a tener que diseñar para algo más de resistencia de tal manera que solo un pequeño porcentaje de las muestras (normalmente el 1%, según el ACI) puedan tener resistencias inferiores a la especificada. (Torre, 2004, p. 91)

La norma técnica E.060, proporciona tres casos para establecer la resistencia requerida de diseño.

Primer Caso. Cuando se disponen de datos estadísticos de producción en obra, así como resultados experimentales en laboratorio.

Para este caso se considera las fórmulas de la siguiente tabla.

Tabla 2

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones: $f'cr = f'c + 1.34 Ss$ $f'cr = f'c + 2.33Ss - 3.5$
$f'c > 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones: $f'cr = f'c + 1.34 Ss$ $f'cr = 0.9f'c + 2.33Ss$

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.060 (2020).

Segundo Caso. Cuando no se disponen de datos estadísticos suficientes, pero se cuenta entre 15 y 30 datos.

Para este caso se utilizan las fórmulas de la tabla 2, con la modificación de los valores de la desviación estándar mediante factores establecidas en la tabla 3.

Tabla 3

Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone menos de 30 ensayos

Número de ensayos (*)	Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra (**)
Menos de 15	Utilizar tabla del tercer caso
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

(*) Se permite interpolar para un número de ensayos intermedios
 Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.060 (2020).

Tercer Caso. Cuando no se disponen de datos estadísticos.

En este caso la norma técnica E.60, nos indica utilizar la siguiente tabla para determinar la resistencia requerida.

Tabla 4

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1f'c + 5.0$

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.060 (2020).

B. Procedimiento de Diseño. De este modo, diseñar una mezcla de concreto implica considerar varios factores y seguir un procedimiento detallado. La norma ACI 211, proporciona pautas útiles para este proceso. Los cuales se aplican en el presente estudio.

Paso 1: Selección del asentamiento. En caso de que no se detalla el asentamiento del diseño, se puede seleccionar un valor apropiado para el trabajo de la siguiente tabla. Los rangos de asentamientos que se muestran se aplican cuando se utiliza vibración para consolidar el concreto (ACI Comité 211, 2009).

Tabla 5
Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras

Tipo de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota. Adaptado del ACI Comité 211 (2009).

Paso 2: Selección del tamaño máximo nominal del agregado. La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo. (Torre, 2004, p. 93)

Así, la norma ACI comité 211 (2009) y norma técnica E.060 (2020), indican que: “el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.

- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o cangrejas” (p. 30).

Paso 3: Determinación del contenido de aire y el volumen de agua. “El ACI 211 establece una tabla que proporciona aproximadamente el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Dicha tabla muestra la cantidad aproximada de contenido de aire atrapado que se espera encontrar en concretos sin aire incluido” (Torre, 2004, p. 94).

Tabla 6
Contenido de aire atrapado

TNM del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8”	3.0
1/2”	2.5
3/4”	2.0
1”	1.5
1 1/2”	1.0
2”	0.5
3”	0.3
4”	0.2

Nota. Adaptado del ACI Comité 211 (2009).

Por otro lado, “la cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido. La siguiente tabla muestra las estimaciones de la cantidad de agua requerida en la mezcla de concreto en función del tamaño máximo de agregado y del asentamiento con aire incluido y sin él” (Torre, 2004, p. 94).

Tabla 7
Volumen de agua por m³

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
	Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

Nota. Adaptado del ACI Comité 211 (2009).

Paso 4: Elección de la relación agua/cemento. “La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación a/c, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usaran realmente” (Torre, 2004, p. 94).

Las siguientes tablas muestran los valores límites para la relación agua/cemento.

Tabla 8
Relación de agua/cemento por resistencia

f'c Kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Nota. Tabla elaborada en base a los datos del ACI Comité 211 (2009).

Paso 5: Cálculo del contenido de cemento. La cantidad de cemento por unidad de volumen de hormigón está fijada por la división de los valores obtenidos anteriormente, (**paso 3/paso 4**).

Paso 6: Cálculo del peso de agregados. Los agregados de esencialmente el mismo tamaño máximo y granulometría, producirán concreto de satisfactoria trabajabilidad, cuando un volumen dado de agregado grueso seco y compactado, es empleado por unidad de volumen de concreto. (Abanto, 2017, p. 70)

La siguiente tabla nos muestra valores aproximados de la cantidad de agregados en volumen.

Tabla 9

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TNM del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Adaptado del ACI Comité 211 (2009).

Así el peso del agregado grueso por metro cúbico de concreto se calcula como:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Cantidad de agregado} \\ \text{grueso (kg)} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Volumen de agregado} \\ \text{grueso tabla 9 (m}^3\text{)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Peso unitario seco y} \\ \text{compactado} \\ \text{del agregado grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \end{array} \right]$$

Paso 7: Estimación del contenido de agregado fino. Se obtuvieron los valores de los componentes del concreto, excepto del agregado fino. Su cantidad se determinará por la diferencia entre el volumen unitario del concreto y la suma de los

volúmenes absolutos de los demás componentes (cemento, agua, aire y agregado grueso).

$$\left[\begin{array}{l} \text{Volumen agregado} \\ \text{fino (m}^3\text{)} \end{array} \right] = 1\text{m}^3 - \left[\begin{array}{l} \text{volumen estimado} \\ \text{(cemento + agua + aire + agregado grueso)} \end{array} \right]$$

Paso 8: Ajuste por contenido de humedad de los agregados. Las cantidades de agregado que realmente se pesarán para el concreto deben permitir la humedad en los agregados. Generalmente los áridos estarán húmedos y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que contienen, tanto absorbida como superficial. (ACI comité 211, 2009, p.13)

$$\text{Peso agregado húmedo} = \text{Peso de agregado seco} (1 + \text{contenido de humedad } \%)$$

Por otro lado, el agua de mezcla agregada al lote debe reducirse en una cantidad igual a la humedad libre aportada por el agregado, es decir, la humedad total menos la absorción. (ACI comité 211, 2009, p.13)

Aporte de humedad de los agregados

$$= \text{Peso agregado seco} (\% \text{Cont. humedad} - \% \text{Absorción})$$

Entonces:

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - \text{Aporte de humedad de los agregados}$$

Paso 9: Ajuste de la mezcla. “Las proporciones de la mezcla, calculadas siguiendo estas recomendaciones deben ser comprobadas, para lo cual se prepara mezclas de ensayo o de prueba con los materiales a ser empleados en obra. Se verificarán en estos ensayos las condiciones de trabajabilidad, adecuada ausencia de segregación y buen acabado, debiendo ajustar si es necesario las proporciones” (Abanto, 2017, p.75).

2.2.1.5 Propiedades del Concreto en Estado Fresco

A. Trabajabilidad. Según Abanto (2017), la trabajabilidad del concreto se refiere a su capacidad para ser moldeado, transportado y vaciado en su estado fresco sin perder su homogeneidad.

Por otro lado, Ahmadi et al. (2017) indican que, la trabajabilidad es la característica más relevante del concreto en estado fresco. Esta propiedad evalúa la fluidez de la mezcla y refleja si puede fluir adecuadamente dentro del encofrado. Algunos concretos con poca fluidez pueden tener dificultades para fluir en encofrados con espacios reducidos, lo que podría dar lugar a zonas o huecos cuando la mezcla aguanta.

Abanto (2017), menciona que no existe un ensayo específico para medir la trabajabilidad del concreto, pero señala que la trabajabilidad y la consistencia están específicamente relacionadas. Por lo tanto, la consistencia puede ser considerada un indicador de la trabajabilidad.

B. Consistencia. Propiedad que caracteriza el estado plástico del concreto, a pesar de estar relacionado con la trabajabilidad no significa lo mismo. La consistencia, hace referencia al estado de fluidez, esto quiere decir, que tan dura (seca) o blanda (fluida) es la mezcla de concreto, en ese sentido se dice que es el grado de humedad de la mezcla (Sánchez, 2001).

Esta propiedad puede determinarse mediante el ensayo de consistencia o revenimiento, especificado en la NTP 339.035. Consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde metálico en forma de tronco de cono para luego medir su asentamiento.

Con la medida de asentamiento podemos clasificar la mezcla de concreto como: seca, plástica o fluida. Además, permite verificar si están bien proporcionados las cantidades de agua y de otros materiales empleados. A continuación, se muestra las clases de mezcla de acuerdo a la medida del asentamiento.

Tabla 10
Clases de mezcla según su asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Nota. La tabla muestra las clases de mezcla según los valores obtenidos del ensayo de asentamiento. Además, se relaciona la trabajabilidad. Adaptado de (Abanto, 2017, p. 49).

2.2.1.6 Propiedades del Concreto en Estado Endurecido

A. Resistencia a la compresión. Propiedad principal del concreto, que le permite resistir cargas de aplastamiento, lo cual es común en estructuras que soportan esfuerzos solicitados como columnas y arcos.

Para evaluar la resistencia se realizan pruebas estandarizadas dónde el procedimiento se describe en la NTP 339.034, basado en la norma ASTM C39/C 39M:2015. Cuyo procedimiento consiste en fracturar probetas cilíndricas de concreto. La resistencia a la compresión es calculada mediante la división de la última carga de fractura entre el área de la sección de la probeta. Este resultado se utiliza para verificar si la resistencia del concreto es mayor que la especificada en el diseño.

Figura 2
Ensayo de resistencia a la compresión del concreto



B. Resistencia a la flexión. Es la capacidad del material para resistir las fuerzas de flexión o curvatura que actúan sobre él. Cuando una fuerza externa se aplica al concreto, como la carga en una viga o una losa, se desarrollan tensiones en la parte inferior y compresiones en la parte superior del elemento. Esta propiedad es importante para asegurar que el concreto pueda resistir las cargas sin sufrir daños o fisuras excesivas.

La resistencia a la flexión se determina mediante ensayos de vigas prismáticas simplemente apoyadas. Es conocida también como módulo de ruptura, se calcula empleando la fórmula de flexión donde el momento flector en el momento de falla del espécimen es dividida por el módulo de sección de la sección transversal como sigue:

$$f_r = \frac{M}{S}$$

Donde:

f_r : Módulo de ruptura

M: Momento flector en la sección de falla

S: Módulo de sección

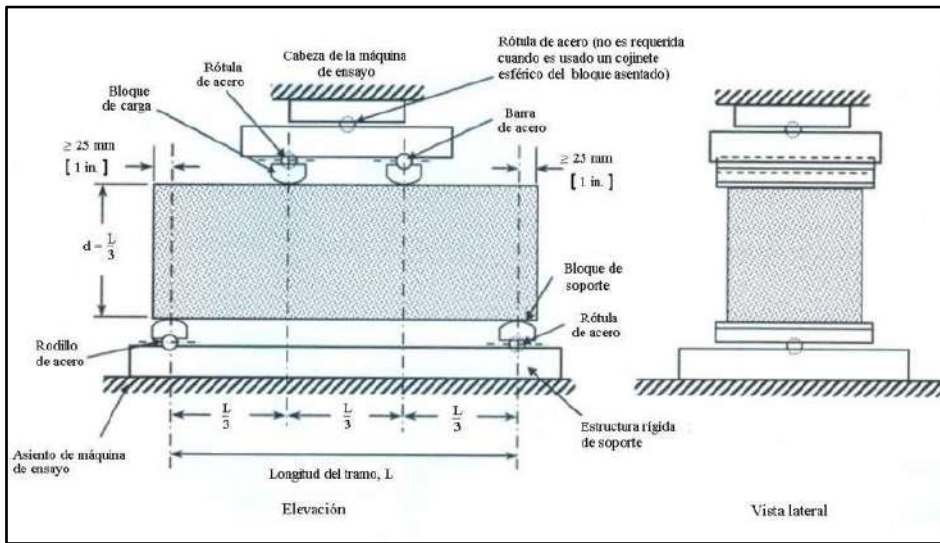
Por otro lado, la norma técnica E.060, establece una relación aproximada para determinar el módulo de ruptura a partir de la resistencia a compresión, como sigue:

$$f_r = 2\sqrt{f'_c}$$

Asimismo, la resistencia a flexión es determinada mediante ensayos de vigas prismáticas aplicando cargas en los tercios de su claro de apoyo NTP 339.078 (ASTM C78) o carga en punto medio NTP 339.079 (ASTM C293). El esfuerzo máximo de flexión se denomina módulo de rotura (MR) (Cando, 2016).

Figura 3

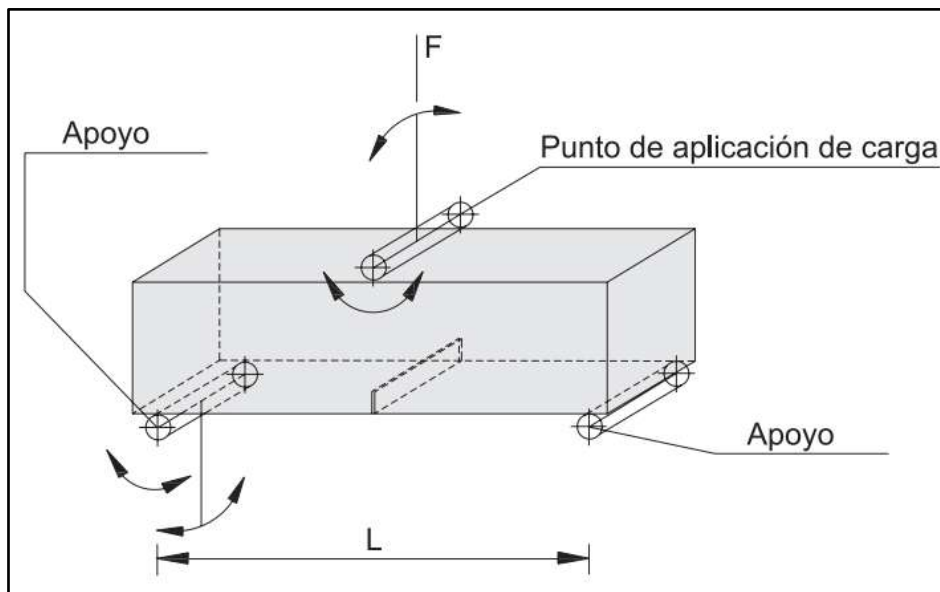
Esquema de ensayo de vigas a ensayadas a flexión con cargas a los tercios



Nota. Adaptado de (INDECOPI, 2012, p. 10)

Figura 4

Esquema de ensayo a flexión con carga en punto medio



Nota. Adaptado de (MACAFERRI, 2007, p. 32)

C. Durabilidad. La durabilidad del concreto se refiere a su capacidad para resistir el deterioro y mantener su integridad estructural a lo largo del tiempo, bajo diversas condiciones ambientales y de servicio. Es un aspecto esencial en la construcción, ya que un concreto duradero asegura la vida útil y el rendimiento óptimo de las estructuras. La durabilidad depende de la calidad de los materiales utilizados, la relación agua-cemento, el diseño de mezcla, el curado adecuado, la protección contra agentes químicos agresivos y la exposición a condiciones climáticas adversas. Un concreto bien diseñado y correctamente protegido garantiza la seguridad y el funcionamiento adecuado de las construcciones a lo largo de su vida útil.

2.2.1.7 Fisuración del Concreto

Este tema es de gran importancia, debido a los beneficios que ofrecen las fibras en la reducción o manejo de fisuras en el concreto. La formación de fisuras resulta directamente de la limitada resistencia a la tracción del concreto. Estas fisuras pueden surgir por compresión y pueden presentarse en diversas estructuras, desde edificaciones hasta otras obras civiles donde se utiliza el concreto. Su aparición puede ocurrir en diferentes períodos de tiempo, desde años hasta horas, debido a diversas causas.

La presencia de fisuras en el concreto puede afectar el aspecto de la estructura y, en algunos casos, indicar posibles fallas estructurales. Estas fisuras pueden permitir el ingreso de agentes químicos a la armadura o al propio concreto, lo que debilita la estructura y afecta su durabilidad.

No obstante, es importante señalar que no todas las fisuras son necesariamente peligrosas, su gravedad varía según el tipo de componente estructural en el cual se manifiesten, así como su naturaleza. La peligrosidad de las fisuras se considera especialmente cuando superan ciertos espesores o cuando están expuestas a determinados ambientes. Por lo tanto, es esencial evaluar adecuadamente las fisuras presentes en las estructuras para determinar su impacto en la seguridad y durabilidad de las mismas.

Podemos categorizar las fisuras en diferentes tipos:

A. *Fisuras estructurales.* Estas fisuras se originan por cargas excesivas que generan esfuerzos sobredimensionados en el concreto, y pueden ser clasificadas como:

Fisuras causadas por cargas externas. Estas fisuras son indicativos de un desempeño estructural subóptimo y surgen debido a dificultades o fallas en el diseño del proyecto, así como por la aplicación de cargas excesivas sobre los elementos estructurales. Dicho tipo de fisuras no puede ser reparado de manera superficial.

Fisuras causadas por el reforzamiento de acero. Es causada por la corrosión del acero en el concreto armado, siendo esta el agente químico principal que afecta al acero. Es esencial abordar este problema a tiempo para evitar complicaciones en el futuro.

Una de las causas radica en la falta de un recubrimiento adecuado en el elemento, lo que permite la penetración del agua y la formación de óxido en la armadura. Con el tiempo, la expansión de este óxido ejerce presión sobre el recubrimiento, eventualmente fracturándolo y originando la fisura. Estas fisuras generalmente suelen manifestarse en dirección longitudinal con respecto al refuerzo incorporado al concreto.

Un factor adicional radica en la incorrecta adición de acero al concreto, ya que puede resultar en áreas significativas sin refuerzo, lo que propicia la aparición de grietas.

B. *Fisuras en estado plástico.* De acuerdo con la Norma ACI 224.1R-07, esta clase de fisura se clasifica como sigue:

Fisuración por retracción plástica. Esto ocurre cuando el concreto experimenta una pérdida rápida de humedad debido a factores como la temperatura ambiente elevada, baja humedad y vientos fuertes, lo que conlleva a una evaporación rápida del agua superficial. Esta evaporación provoca la contracción de la capa externa. Estas fisuras podrían alcanzar longitudes que van desde pocos milímetros hasta un metro y una separación de algunos milímetros hasta 3 metros.

Fisuración por precipitación de los agregados. Esta fisuración se produce luego del colocado, vibrado y acabado, ya que el concreto aún continúa con el proceso de consolidación. Durante esta etapa, el concreto puede estar restringido por las armaduras del elemento y el encofrado es así que, estas restricciones producen vacíos y/o fisuras adyacentes al elemento que impone la restricción. Con la finalidad de reducir esta fisuración se debe tener un buen diseño de encofrado, la utilización de concreto con el menor asentamiento posible, tener un recubrimiento mayor y realizar un vibrado adecuado. (Sotil y Zegarra , 2015, p. 34)

C. *Fisuras en estado endurecido.* La fisuración se origina por las limitaciones que experimenta el concreto endurecido al intentar variar su volumen. La norma ACI 224.1R-07 la clasifica en categorías según su origen:

La retracción por secado. Es la principal causa de la formación de fisuras en el concreto endurecido, ya que cuando el concreto pierde toda su humedad, tiende a cambiar de volumen a largo plazo. Este proceso genera esfuerzos de tracción que, cuando exceden la resistencia a la tensión del concreto, dan lugar a la aparición de fisuras. Estas fisuras se desarrollan perpendicularmente a los esfuerzos generados. Factores como el contenido de agua, el tamaño del agregado, la relación agua-cemento y el proceso de curado del concreto pueden afectar la magnitud de la retracción por secado. (Sotil y Zegarra , 2015, p. 35)

Otras causas. Además, existen otras causas que pueden provocar la formación de fisuras, entre ellas se encuentran:

- Tensiones provocadas por cambios de temperatura.
- Reacciones químicas que generan expansión o contracción del concreto.
- Efectos de la intemperie y la acción del medio ambiente sobre el concreto.
- Errores en la forma en que se lleva a cabo la construcción.
- Cargas excesivas aplicadas durante el proceso de construcción.
- Deficiencias en el diseño y la planificación del proyecto.
- Cargas externas que actúan sobre la estructura después de su construcción.

2.2.2. *Fibras de Acero Reciclado*

2.2.2.1 *Concepto*

Estas virutas metálicas, que son subproductos de la industria de la tornería, se obtienen durante la fabricación de piezas metálicas mediante procesos de corte o torneado de metales como acero, aluminio, cobre, entre otros. Estas virutas, que antes podrían haber sido desechadas, se reutilizan como refuerzo en el concreto, lo que contribuye a una práctica más sostenible y a la reducción de residuos industriales.

El mecanizado y torneado son técnicas utilizadas en la industria para fabricar piezas metálicas con dimensiones y formas específicas. Durante estos procesos, la herramienta de corte corta, roza o arranca material del objeto en bruto, generando las virutas metálicas.

Las fibras de acero reciclado son elementos cortos y delgados hechos de acero obtenidos a partir de materiales reciclados, como chatarra de acero y otros productos descartados. Estas fibras se utilizan como refuerzo en materiales cementantes, especialmente en el concreto, para mejorar sus propiedades mecánicas y mejorar la resistencia y durabilidad de las estructuras. (Montalvo, 2015, p. 10)

Cando (2016), nos dice que “las fibras de acero reciclado son obtenidas de aquellos desperdicios que generan el industrial metal, esencialmente las que se encargan de la fabricación y montaje del acero” (p.72).

Figura 5

Se observa el mecanizado del acero y generación de residuos en forma de viruta



2.2.2.2 Torno

“El torno es una máquina industrial que permite dar forma y dimensiones específicas a un material al girarlo alrededor del eje deseado. Durante este proceso, el material se transforma y se obtiene un elemento con forma de viruta” (Morera et al., s.f, p. 69).

2.2.2.3 Proceso de reciclado y aplicación de las fibras de acero

El proceso de reciclado de residuos de acero, que son utilizadas como fibras metálicas en el concreto, generalmente sigue los siguientes pasos:

- A. Recolecta y almacenamiento.** En las tornerías o talleres donde se generan las virutas de acero como subproducto del mecanizado, se realiza la recolección y almacenamiento adecuado de estos residuos. Es importante evitar la contaminación con otros materiales y mantenerlas separadas para facilitar su reciclaje.
- B. Selección y clasificación.** En esta etapa, las virutas de acero son sometidas a un proceso de selección y clasificación para eliminar cualquier tipo de impurezas o elementos no deseados que puedan haberse mezclado durante su recolección.
- C. Limpieza y acondicionamiento.** Las virutas de acero son limpiadas y acondicionadas para eliminar cualquier aceite, grasa u otros contaminantes que puedan afectar su rendimiento como fibras de refuerzo en el concreto.
- D. Trituración.** Luego de la limpieza y acondicionamiento, las virutas de acero son trituradas para reducir su tamaño y obtener partículas más pequeñas, lo que facilita su integración homogénea en la mezcla de concreto.
- E. Mezcla con el concreto.** Una vez trituradas, las partículas de virutas de acero son mezcladas con los otros componentes del concreto durante la preparación de la mezcla. Estas fibras metálicas aportan refuerzo adicional al concreto, mejorando su resistencia a la flexión, a la tracción y su capacidad de controlar la fisuración.
- F. Vertido y colocación.** La mezcla de concreto reforzado con fibras de acero es vertida y colocada en el lugar donde se requiere. Las virutas de acero, al estar distribuidas en la mezcla, proporcionan una mayor capacidad de soporte y resistencia a las tensiones generadas por cargas y otros factores.

G. Curado y endurecimiento. Una vez colocada, el concreto reforzado con las fibras metálicas debe pasar por el proceso de curado y endurecimiento habitual para lograr su resistencia y durabilidad deseada.

H. Uso y aplicaciones. El concreto fibroreforzado cuenta con diversas aplicaciones en la construcción y obras civiles donde se requiere una mayor resistencia y control de fisuración. Es utilizado en pavimentos, elementos prefabricados, elementos estructurales, entre otros.

2.2.2.4 Clasificación de las virutas metálicas producidas en tornerías

El tipo de viruta que se forma está influenciado principalmente por el material, la geometría y las condiciones de maquinado. Por lo tanto, se identifican cuatro tipos diferentes de virutas (Cando,2016).

A. Virutas largas y continuas. Estas son virutas metálicas que se forman como tiras o bandas largas y continuas cuando la herramienta de corte se desliza a lo largo de la pieza de metal. Estas virutas suelen ser características de los procesos de torneado y mecanizado con velocidades de corte más bajas.

Figura 6

Virutas largas y continuas



Nota. Adaptado de (Cando, 2016, p. 62).

B. Virutas cortas y fragmentadas. Son pequeñas virutas metálicas que se generan cuando la herramienta de corte realiza movimientos más rápidos y cortos en la pieza de trabajo. Estas virutas pueden tener formas irregulares y fragmentadas, y se forman con mayor frecuencia en operaciones de fresado y taladrado.

C. Virutas en espiral. Estas virutas metálicas tienen una forma espiral característica y se forman cuando la herramienta de corte gira alrededor del eje de la pieza de trabajo. Se pueden observar en operaciones de torneado de alta velocidad.

Figura 7

Virutas en forma de espiral



Nota. Adaptado de (Cando, 2016, p. 61).

D. Viruta escalonada. Este tipo de viruta se genera al trabajar aceros de alta dureza a velocidades moderadas.

Figura 8

Virutas escalonadas.



Nota. Adaptado de (Cando, 2016, p. 59).

2.2.2.5 Características de las fibras de acero

De acuerdo con la investigación realizada por Gonzales (2018), las virutas de acero están compuestas principalmente por Manganese en un 0.65%, Carbono en 0.40%, Silicio en 0.18%, Cromo en un 0.14% y otros en menor cantidad, siendo el Hierro el elemento más predominante. Gracias a la mayor cantidad de Hierro en su composición, estas virutas proporcionan una mayor ductilidad y resistencia al impacto. Además, el Silicio juega un papel importante en la eliminación de porosidades en el concreto.

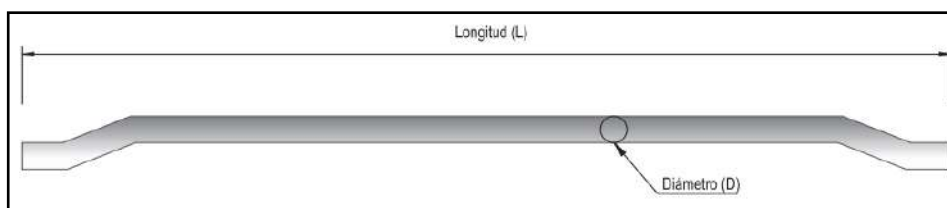
2.2.2.6 Dimensiones

A. Longitud. La longitud de las virutas de acero de fibras metálicas producidas en tornerías puede variar dependiendo del proceso de torneado y del tipo de material trabajado. Estas virutas pueden tener diferentes longitudes y formas, desde pequeñas partículas hasta tiras más largas y delgadas. En la presente investigación, se seleccionan fibras de acero con una longitud de 4, 6 y 8 centímetros. Es importante tener en cuenta que, en diferentes tornerías y procesos de maquinado, la longitud de las virutas puede variar.

B. Diámetro. El diámetro de las virutas de acero de fibras metálicas producidas en tornerías también puede variar según el proceso de torneado y el tipo de material utilizado. Estas virutas pueden tener diferentes tamaños y formas, desde pequeñas partículas hasta tiras más anchas y gruesas. El diámetro de las virutas de acero dependerá de la herramienta de corte utilizada y de la velocidad de corte aplicada durante el proceso de torneado.

Figura 9

Característica geométrica de las fibras



Nota. Adaptado de (MACCAFERRI, 2006, p. 16).

C. Diámetro Equivalente (D_e). Este parámetro es utilizado cuando las fibras son de secciones transversales diferentes a las circulares. El Diámetro equivalente D_e (mm) de las fibras metálicas puede variar según su forma transversal y el proceso de construcción utilizado. La relación de aspecto ($\lambda = L/D_e$) representa la esbeltez de la fibra, es decir, si la fibra es más larga y tiene un diámetro equivalente más corto, se considera más esbelta, lo que implica que habrá más fibras por unidad de masa (Montalvo, 2015). En resumen, la relación de aspecto es un factor importante a tener en cuenta al seleccionar las fibras metálicas para su uso en aplicaciones específicas.

D. Dosificación. La dosificación de virutas de acero de fibras metálicas en el concreto es un proceso que varía según el diseño y las necesidades específicas de la aplicación. Para determinar la cantidad adecuada de fibras a utilizar, se consideran varios factores, como el tipo de concreto, la resistencia requerida, el tamaño y forma de las virutas, la relación agua-cemento, entre otros.

En general, la dosificación se expresa en términos de porcentaje en peso de las virutas de acero con respecto al peso total del concreto. Por ejemplo, se puede dosificar entre 0.1% y 2% en peso de fibras de acero respecto al peso del concreto. Es importante realizar pruebas y ensayos para evaluar el desempeño del concreto reforzado con fibras metálicas y ajustar la dosificación en función de los resultados obtenidos.

2.2.3. Concreto Reforzado con Fibras

El concreto reforzado con fibras de virutas metálicas producidas en las tornerías es un tipo de concreto que incorpora pequeñas partículas de metal reciclado, provenientes de procesos de torneado y mecanizado industrial, como refuerzo en su composición.

Figura 10

Concreto reforzado con fibras de acero reciclado



Nota. a) Concreto fresco con presencia de fibras de acero reciclado y b) Concreto endurecido con fibras de acero reciclado.

La incorporación de estas fibras de virutas metálicas al concreto tiene como objetivo mejorar sus propiedades mecánicas y su resistencia, de manera similar a otros tipos de fibras metálicas. Estas fibras actúan como elementos de refuerzo que aumentan la tenacidad y resistencia del concreto, ayudando a prevenir la propagación de fisuras y grietas, especialmente en la fase de post-fractura.

El uso de concreto reforzado con fibras de virutas metálicas puede ser beneficioso en aplicaciones donde se requiere una mayor capacidad de carga, resistencia a impactos y fatiga, como en pavimentos, losas de piso industrial, estructuras de puentes y túneles, entre otros. Además, este tipo de concreto puede ofrecer una mayor durabilidad y reducir el riesgo de fallas prematuras.

La dosificación y distribución adecuada de las fibras metálicas en el concreto son aspectos fundamentales para garantizar la efectividad del refuerzo y lograr una mezcla homogénea y de calidad. La utilización de virutas metálicas recicladas provenientes de tornerías como refuerzo en el concreto es una opción sostenible y amigable con el medio ambiente, contribuyendo a la economía circular y a la reducción de la huella ambiental.

2.2.3.1 Características de concreto reforzado con virutas de tornería

El concreto reforzado con fibras metálicas es una variante del concreto tradicional que incorpora fibras de diferentes materiales metálicos para mejorar sus propiedades mecánicas.

Algunas de las principales características de este tipo de concreto son las siguientes:

- A. Refuerzo adicional.*** Las fibras metálicas agregadas al concreto actúan como un refuerzo adicional, proporcionando una resistencia a la tracción y mejorando la capacidad del concreto para resistir cargas y tensiones.
- B. Resistencia a la fisuración.*** La presencia de fibras metálicas ayuda a controlar y reducir la fisuración en el concreto, especialmente en áreas donde se somete a tensiones o cargas cíclicas.
- C. Mejora de la tenacidad.*** Las fibras metálicas aumentan la tenacidad y ductilidad del concreto, lo que significa que puede absorber más energía antes de agrietarse o romperse, lo que mejora su capacidad para resistir impactos y cargas dinámicas.
- D. Resistencia al impacto.*** El concreto reforzado con fibras metálicas es más resistente al impacto y puede soportar mejor las cargas cíclicas y dinámicas que el concreto convencional.
- E. Reducción del agrietamiento por contracción.*** La adición de fibras metálicas ayuda a minimizar el agrietamiento por contracción que puede ocurrir en el concreto durante el proceso de curado.

2.2.3.2 Importancia del Concreto reforzado con fibras metálicas

El concreto reforzado con fibras metálicas es de gran importancia en la industria de la construcción debido a los siguientes aspectos:

- A. Mejora de la resistencia.*** El concreto reforzado con fibras metálicas tiene una mayor resistencia a la tracción y al impacto en comparación con el concreto convencional. Esto permite que las estructuras construidas con este tipo de concreto sean más seguras y puedan soportar cargas y tensiones adicionales.

- B. Control de fisuración.** La incorporación de fibras metálicas en el concreto ayuda a controlar y reducir la fisuración, especialmente en áreas donde el concreto está expuesto a cargas cíclicas o dinámicas. Esto mejora la durabilidad y la vida útil de las estructuras.
- C. Mayor durabilidad.** El concreto reforzado con fibras metálicas tiene una mayor resistencia a la erosión, al desgaste y a los agentes ambientales corrosivos. Esto lo convierte en una opción ideal para estructuras expuestas a condiciones ambientales agresivas.
- D. Reducción de costos.** La incorporación de fibras metálicas en el concreto puede reducir la necesidad de otros refuerzos, como barras de acero o mallas, lo que puede disminuir los costos de construcción.
- E. Facilidad de colocación.** El concreto reforzado con fibras metálicas se puede colocar de manera similar al concreto convencional, lo que facilita su uso y adopción en diferentes tipos de proyectos.
- F. Mayor seguridad.** Debido a su mayor resistencia y control de fisuración, el concreto reforzado con fibras metálicas mejora la seguridad de las estructuras y reduce el riesgo de fallas catastróficas.
- G. Versatilidad.** Este tipo de concreto es versátil y puede utilizarse en una amplia gama de aplicaciones, desde pavimentos industriales hasta estructuras prefabricadas y revestimientos de túneles.
- H. Sostenibilidad.** La utilización de fibras metálicas recicladas en el concreto puede contribuir a la sostenibilidad y al uso eficiente de recursos.

El concreto reforzado con fibras metálicas ofrece múltiples ventajas en términos de resistencia, durabilidad, seguridad y versatilidad. Su aplicación adecuada puede mejorar significativamente la calidad y el rendimiento de las estructuras de concreto, lo que lo convierte en una opción valiosa para diversos proyectos de construcción e infraestructura.

2.3. Bases Conceptuales o Definición de Términos Básicos

ASENTAMIENTO: “Medida de la consistencia del mortero u hormigón (concreto) fresco expresada por el descenso de una masa plástica representativa del pastón, al quedar libre del soporte metálico en que fue moldeado” (INDECOPI, 2011, p. 5).

CEMENTO PORTLAND: “Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker de portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda” (INDECOPI, 2011, p. 7).

CONSISTENCIA: “Grado de fluidez de una mezcla determinada de acuerdo con un procedimiento prefijado” (INDECOPI, 2011, p. 9).

CONTENIDO DE AIRE: “Diferencia entre el volumen de la mezcla y el volumen resultante de la suma de los volúmenes absolutos de los componentes” (INDECOPI, 2011, p. 10).

CURADO: “Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del cemento, mortero o hormigón (concreto)” (INDECOPI, 2011, p. 10).

DOSIFICACIÓN: “Proporción, en masa o en volumen de los distintos materiales que integran una mezcla” (INDECOPI, 2011, p. 10).

DUCTILIDAD: “Es la capacidad de un material poder soportar deformaciones conservando su resistencia” (MACCAFERRI, 2007, p. 9).

FRAGUADO: Condición alcanzada por una pasta, mortero o hormigón (concreto) de cemento cuando éste ha perdido plasticidad a un grado arbitrario, generalmente medido en términos de resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidez; fraguado final se refiere a la adquisición de una rigidez significativa. (INDECOPI, 2011, p. 14)

TENACIDAD: “Es la capacidad de un material oponerse a la propagación de las fisuras disipando energía de deformación” (MACCAFERRI, 2007, p. 9).

VIRUTA DE ACERO: Es un residuo que se obtiene generalmente de las diferentes piezas metálicas en los talleres industriales del acero utilizando diferentes herramientas como el torno o las brocas con las cuales se realizan trabajos de cepillados, devastados y perforaciones. (Guzmán y Gárate, 2019, p. 9)

2.4. Bases Epistemológicas, Bases Filosóficas y/o Bases Antropológicas

Se tiene referencia de las bases epistemológicas como los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la generación y validación del conocimiento en una determinada disciplina o campo de estudio. De acuerdo a ello, la investigación se basará en el enfoque positivista, dado que se busca realizar el análisis de datos y la obtención de resultados a partir del método científico y de ello generar conocimiento objetivo y verificable, empleándose para ello métodos experimentales y pruebas de laboratorio para obtener información cuantificable y reproducible sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero reciclado,

Así mismo, la investigación adoptará un enfoque racionalista, utilizando el razonamiento lógico y la deducción para establecer conexiones causales entre las variables y los resultados.

Esta base guiará la investigación hacia un enfoque objetivo y racional, mientras se considera el aporte sostenible por el uso de materiales reciclados en el estudio de las propiedades físico-mecánicas del concreto $F'C=210$ kg/cm² con fibras de acero reciclado.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. **Ámbito**

La presente investigación se centra en el uso de fibras de acero reciclado provenientes de los desechos o desperdicios generados por la industria metalmecánica, como refuerzo al concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco. Las fibras se incorporarán al concreto en diferentes longitudes y dosificaciones. Para luego evaluar su efecto en las propiedades físico-mecánicas como son: la consistencia, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión.

3.2. **Población**

Carrasco (2006) indica que la población “es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 236).

Es así que, en la presente investigación la población está conformada por todos los concretos de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ reforzados con fibras de acero reciclado obtenidos del mecanizado, elaborados en la ciudad de Huánuco.

3.3. **Muestra**

Por otro lado, “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectará, datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Hernández et al., 2014, p. 173).

Para la presente investigación, la selección de las muestras no se realiza de manera aleatoria, en su lugar se seleccionan muestras no probabilísticas o también llamadas dirigidas, donde supone un criterio de elección intensional a discreción del autor y en base al alcance del estudio. En este enfoque, pretendemos estudiar muestras de concreto incorporando diversas dosificaciones y longitudes de fibras de acero reciclado y evaluar su efecto en la resistencia a compresión y flexión.

Así mismo, Hernández et al. (2014) indican que, en su mayoría los estudios experimentales emplean muestras no probabilísticas, ya que es complicado controlar casos variados o grandes grupos, en ese sentido la validez del estudio se fortalece por medio de la

repetición. Es así que, debemos considerar un número de repeticiones para los ensayos de compresión y flexión, que permitan reflejar mejor los resultados del presente estudio.

Al respecto, el American Concrete Institute (2019) en su apartado evaluación y aceptación del concreto, indica que “el nivel de resistencia de una mezcla de concreto se considera satisfactorio si cumple con, 1) el promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a la resistencia de diseño” (p. 569). Así, para el presente estudio se considerará 03 repeticiones para cada muestra.

De este modo, se considera en total 60 muestras, 30 probetas cilíndricas para los ensayos a compresión y 30 especímenes de viga para los ensayos a flexión. Todas curadas y ensayadas a los 28 días de edad.

Además, para los fines de la presente investigación las muestras se agrupan en: 1) Muestras de Concreto Reforzado con Fibra de Acero Reciclado (CRFAR), dónde las fibras se incorporan a la matriz del concreto en dosificaciones de 20, 40, 60 kg/m³ y longitudes de 4, 6 y 8cm; y 2) Muestras de Concreto sin Fibra (CSF), los cuales permitirán, luego de comparar los resultados, evaluar el efecto producido por las fibras en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

A continuación, se presentan en las tablas siguientes el resumen de las muestras consideradas para el presente estudio.

Tabla 11

Muestras para el ensayo a compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm²

Muestra	Dosificación (kg/m ³)	Longitud de Fibra			Sub Total
		a) 4 cm	b) 6 cm	c) 8 cm	
CSF	0				3
CRFAR1	20	3	3	3	9
CRFAR2	40	3	3	3	9
CRFAR3	60	3	3	3	9
Total					30

Nota. Esta tabla agrupa las muestras considerando las dosificaciones y longitudes de fibras de acero reciclado incorporadas al concreto para el ensayo a compresión.

Tabla 12

Muestras para el ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm²

Muestra	Dosificación (kg/m ³)	Longitud de Fibra			Sub Total
		a) 4 cm	b) 6 cm	c) 8 cm	
CSF	0				3
CRFAR1	20	3	3	3	9
CRFAR2	40	3	3	3	9
CRFAR3	60	3	3	3	9
Total					30

Nota. Esta tabla agrupa las muestras considerando las dosificaciones y longitudes de fibras de acero reciclado incorporadas al concreto para el ensayo a flexión.

3.4. Nivel, Tipo y Diseño de Estudio

3.4.1. Nivel de Estudio

La presente investigación tiene el nivel experimental. Carrasco (2006) indica que, este nivel se efectúa luego de entender la realidad del fenómeno de investigación (variables), esto quiere decir que se conocen los factores que originaron el problema, entonces se le puede aplicar un tratamiento, método o técnica para mejorar la situación. De esta manera, pretendemos incorporar fibras de acero reciclado en diversas dosificaciones y longitudes en el concreto convencional como refuerzo, para luego evaluar su efecto, mediante ensayos, en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

3.4.2. Tipo de Estudio

Existen diferentes tipos de investigación, y dependen de la forma que puede adoptar en base a ciertos aspectos que lo definen. En ese sentido, podemos tipificar la presente investigación de la siguiente manera:

Según el propósito que persigue, es de **tipo aplicada** “se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o reproducir cambios en un determinado sector de la realidad” (Carrasco, 2006, p. 43).

En base a los datos de análisis, es de **tipo cuantitativo**, ya que se recolectarán datos de los ensayos y luego se analizarán para contestar las preguntas de la investigación y verificar las hipótesis planteadas.

Por su manipulación de variables, es de **tipo cuasi-experimental**. Se tiene un control parcial sobre las variables, además de los factores externos que no pueden ser manipulados, como es el caso de la temperatura de ambiente en la mezcla del concreto.

Según el tipo de inferencia, es de **tipo inductivo** donde se estudian casos particulares que podrían generalizarse y llegar a conceptos más amplios. Es así que, en el presente estudio se considera fibras de acero reciclado en diversas dosis y longitudes para identificar características distintivas y poder generalizar los resultados.

Según su temporalidad, es de **tipo transversal**. Los datos se obtienen luego de 28 días de curado de los especímenes con pruebas de ensayo en un momento dado y por única vez.

3.5. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es un sistema de procedimientos metodológicos que permiten formular y verificar la hipótesis de un problema. El diseño se estructura en relación con la naturaleza del problema y el objetivo de la investigación (Carrasco, 2006).

Así mismo, Hernández et al. (2014) al respecto dicen: “la gestación del diseño del estudio representa el punto donde se conectan las etapas conceptuales del proceso de investigación como el planteamiento del problema, el desarrollo de la perspectiva teórica y la hipótesis con las fases subsecuentes cuyo carácter es más operativo” (p.126).

La presente investigación se fundamenta en un diseño experimental del **tipo cuasiexperimental**, donde se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. Y se diferencia de sus semejantes, porque los sujetos de estudio no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento (Hernández et al., 2014).

En ese sentido, se pretende manipular las fibras de acero reciclado en cuanto a su dosificación y longitud para evaluar su influencia en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$. El siguiente esquema resume el diseño de la presente investigación, se incluye el grupo de control y el experimental.

X → Y

G _C	-----	P _{X0}	-----	O ₀
G _{E1}	-----	P _{X1}	-----	O ₁
G _{E2}	-----	P _{X2}	-----	O ₂
G _{E3}	-----	P _{X3}	-----	O ₃
G _{E4}	-----	P _{X4}	-----	O ₄
G _{E5}	-----	P _{X5}	-----	O ₅
G _{E6}	-----	P _{X6}	-----	O ₆
G _{E7}	-----	P _{X7}	-----	O ₇
G _{E8}	-----	P _{X8}	-----	O ₈
G _{E9}	-----	P _{X9}	-----	O ₉

X : Variable Independiente

Y : Variable Dependiente

G_C : Grupo de Control sin FAR

G_{E1-9} : Grupo Experimental con FAR

P_{X0} : Muestra de Control sin FAR

P_{X1} : Prueba Experimental, 20kg/m³ de FAR en longitudes de 4cm

P_{X2} : Prueba Experimental, 20kg/m³ de FAR en longitudes de 6cm

P_{X3} : Prueba Experimental, 20kg/m³ de FAR en longitudes de 8cm

P_{X4} : Prueba Experimental, 40kg/m³ de FAR en longitudes de 4cm

P_{X5} : Prueba Experimental, 40kg/m³ de FAR en longitudes de 6cm

P_{X6} : Prueba Experimental, 40kg/m³ de FAR en longitudes de 8cm

P_{X7} : Prueba Experimental, 60kg/m³ de FAR en longitudes de 4cm

P_{X8} : Prueba Experimental, 60kg/m³ de FAR en longitudes de 6cm

P_{X9} : Prueba Experimental, 60kg/m³ de FAR en longitudes de 8cm

O₀₋₈ : Observación Experimental

3.6. Métodos, Técnicas e Instrumentos

3.6.1. Métodos

El método empleado en general es el científico. Se puede definir como un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas con el fin de dar una solución al problema de investigación, así como comprobar la hipótesis científica (Carrasco, 2006).

Según los propósitos y el problema que se estudia en la presente investigación, se empleará el método experimental, donde se manipulan intencionalmente las variables independientes (fibras de acero reciclado) y se evalúan sus efectos en las variables dependientes (Propiedades físico-mecánicas), se cuenta, además con un grupo de control (concreto convencional) y experimental (incorporación de fibras de acero reciclado en diversas dosificaciones y longitudes).

Es así que el método experimental como sistema de procedimiento en particular, se definirá por ensayos estandarizados en base a las normas técnicas. Los cuales se detallan a continuación.

- NTP 339.035 (ASTM C 143/143-2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
- NTP 339.034 (ASTM C 39/C 39M). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- NTP 339.078 (ASTM C 78/C 78M). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

3.6.2. Técnicas

En la presente investigación, para la recolección y análisis de datos, se empleará la técnica de la **observación**. Que implica, según Carrasco (2006), “el proceso intensional que nos permite recoger información precisa y objetiva sobre los rasgos y características de las unidades de análisis, contenidas en las variables e hipótesis de la investigación” (p.283).

Además, los datos se recopilan en formatos adecuados a los ensayos a realizar en base a la normativa, y nos permitirán conocer las características de las fibras de acero reciclado, asimismo luego de los ensayos, las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional y fibroreforzado.

3.6.3. Instrumentos

Los instrumentos de investigación permiten recopilar datos que posteriormente serán procesadas y analizadas. Se aplican de acuerdo a las características del problema y el propósito de la investigación (Carrasco,2006).

En ese sentido, para la recolección de datos de la presente investigación se utilizarán formatos o fichas de laboratorio, los cuales se formulan considerando trabajos previos y normas técnicas.

3.7. Validación y Confiabilidad del Instrumento

La validación de los instrumentos empleados en la presente investigación, cuenta con la revisión y aprobación de expertos, quienes evaluaron su contenido, teniendo cuenta las exigencias de las normas técnicas. Por lo tanto, con la validación del instrumento aseguramos obtener datos necesarios para la investigación.

Por otro lado, la confiabilidad del instrumento hace referencia a la consistencia y estabilidad del instrumento de medición. Es decir, produce resultados consistentes cuando se aplica en condiciones iguales en momentos distintos o con otros grupos de análisis. En ese sentido, los procedimientos que sigue la presente investigación son concordantes con la normativa correspondiente, además de contar con la calibración de los equipos de ensayos empleados.

3.8. Procedimiento

El procedimiento que sigue la presente investigación, para el estudio de las fibras de acero reciclado incorporadas al concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm², como refuerzo, se resumen en las siguientes fases.

- **Fase 1, obtención de materiales:**

Comienza con la recolección de fibras de acero reciclado generados en los talleres mecánicos dentro de la ciudad de Huánuco. Luego se clasifican para obtener las longitudes requeridas.

Del mismo modo, se obtienen los agregados, cemento y agua disponibles en el medio local.

- **Fase 2, diseño de mezcla:**

Corresponde, en primer lugar, la caracterización de los agregados finos y gruesos. Se someterán a los ensayos de módulo de fineza, peso específico, porcentaje de humedad, porcentaje de absorción, peso compactado seco.

Considerando las propiedades de los materiales determinados previamente se elabora el diseño de mezcla del concreto para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

- **Fase 3, elaboración y curado de las muestras:**

Determinada las proporciones de la mezcla (cemento, agregados y agua), se procede a la elaboración del concreto para luego ser coladas en los respectivos moldes. La elaboración de mezcla se realiza para el concreto patrón (sin fibra) y concreto experimental, donde se incorpora fibras de acero reciclado en dosis del 20, 40 y 60 kg/m³ (por volumen de concreto) y longitudes de 4, 6 y 8 cm.

Obtenidos las muestras de concreto se sumergen en agua para iniciar con el periodo de curado.

- **Fase 4, ensayos del concreto:**

En esta etapa se ensayan las muestras de concreto siguiendo los métodos y/o procedimientos que indica la normativa, dichos ensayos se realizan sobre el concreto fresco y endurecido.

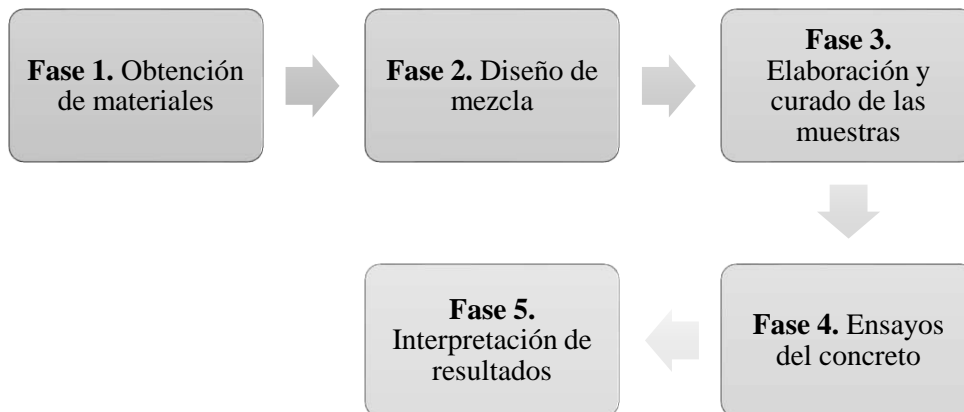
El ensayo del concreto fresco corresponde a la medida de la consistencia, realizada durante el proceso de mezclado del concreto.

Por otro lado, el ensayo del concreto endurecido se realiza luego de 28 días de colado. Se ensayan la resistencia a la compresión y flexión.

- **Fase 5, interpretación de resultados:**

Se recopila la información de los ensayos empleando los instrumentos, en seguida se realiza el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, para finalmente llegar a las conclusiones pertinentes del estudio.

Figura 11
Fases del procedimiento de investigación



3.8.1. Fase 1: Recolección y Obtención de Materiales

3.8.1.1 Fibras de Acero Reciclado.

A. Identificación de puntos generadores de residuos

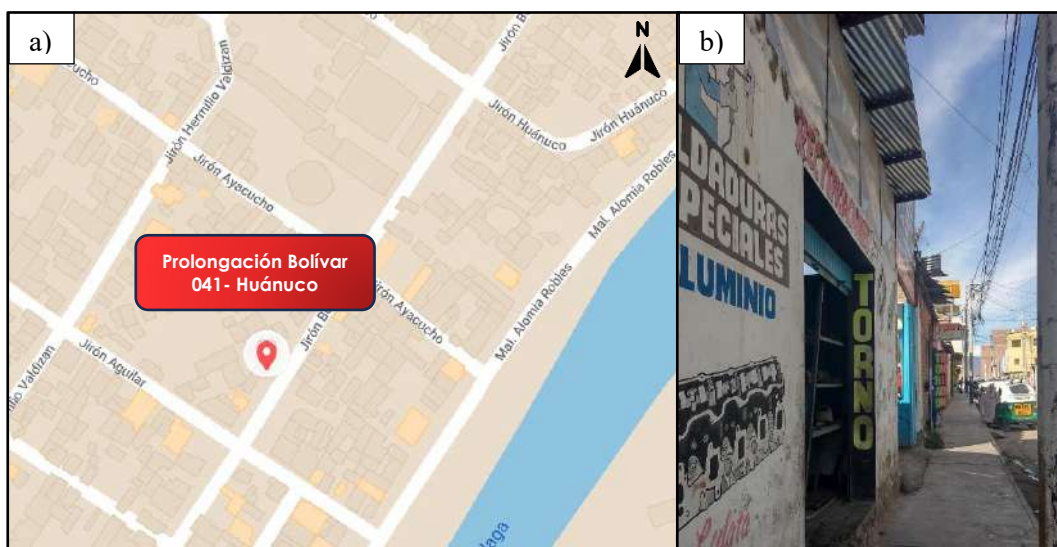
Los residuos metálicos en forma de viruta son generados en locales dedicados a las actividades mecánicas. Donde piezas de acero son moldeadas mediante el torno mecánico, bajo distintas operaciones como son: roscado, cilindrado, refrentado. Producto de estos procedimientos se generan residuos en forma de viruta.

Es así que, se identificaron varios locales dedicados a las actividades de mecánica en distintos puntos de la ciudad de Huánuco, sin embargo se considera los 04 locales más concurridos o de alta demanda. Se observó, además que los residuos en forma de viruta, en su mayoría, eran desechadas como basura. Y en algunos casos, acopiados por personas dedicadas al reciclaje comúnmente llamados “chatarreros”.

A continuación, se muestra la ubicación de los establecimientos dedicados a los trabajos mecánicos y “tornería”.

Figura 12

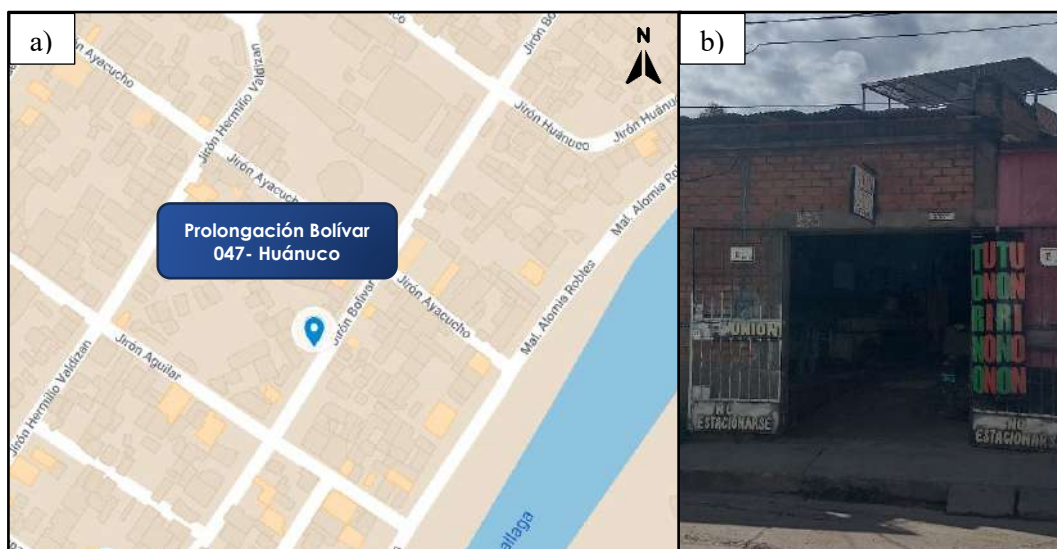
Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Ramos”



Nota. a) Ubicación del torno “Ramos” y b) Vista frontal del establecimiento.

Figura 13

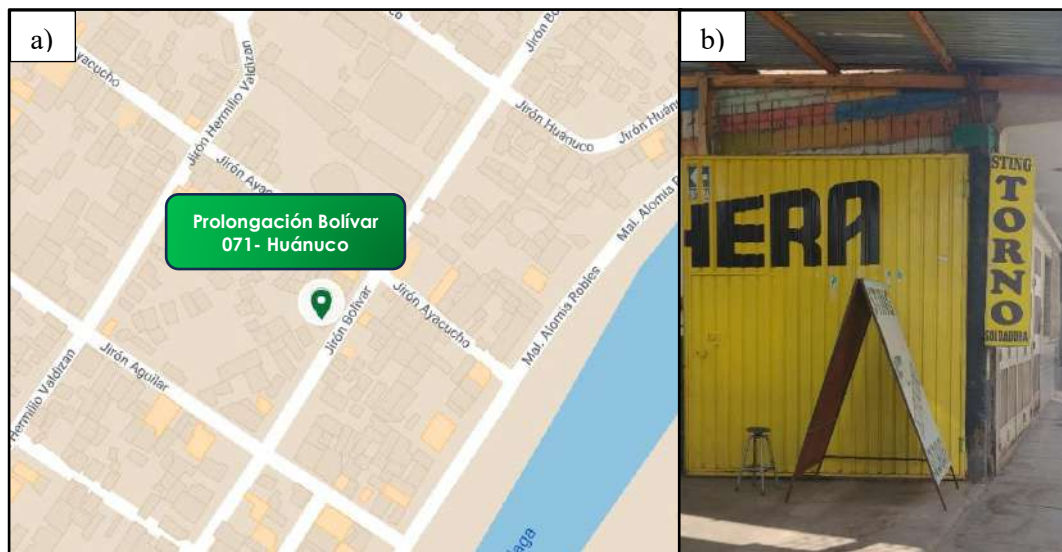
Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Unión”



Nota. a) Ubicación del torno “Unión” y b) Vista frontal del establecimiento.

Figura 14

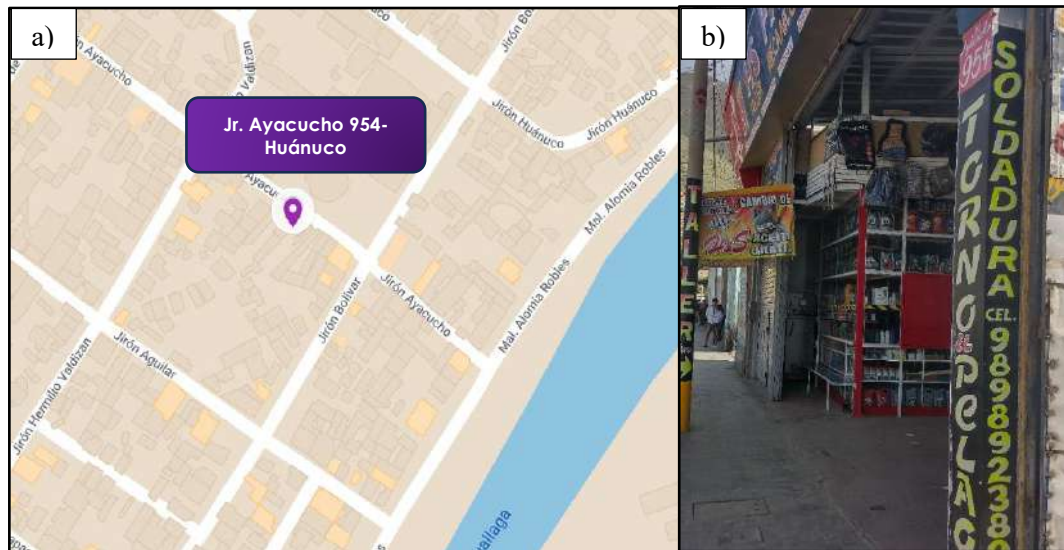
Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Don Juan”



Nota. a) Ubicación del torno “Don Juan” y b) Vista frontal del establecimiento.

Figura 15

Ubicación del local dedicado a la actividad mecánica, torno “Raúl”



Nota. a) Ubicación del torno “Raúl” y b) Vista frontal del establecimiento.

B. Acopio de materiales

Identificados los puntos generadores de residuos, se procedió con el acopio luego de la jornada laboral. Los residuos fueron acumulados cuidadosamente en costales y almacenados en los ambientes del laboratorio, para ser seleccionadas.

Figura 16*Acopio de virutas de acero*

Nota. a) Residuos de mecanizado y b) Acopio de virutas de acero en costales.

C. Clasificación y Selección

La diversidad de procedimientos que se siguen para moldear el acero resulta en una variedad de residuos metálicos con distintas formas. De la recolección podemos observar que contamos con residuos de virutas largas y continuas, cortas y fragmentadas, en espiral, escalonada, principalmente.

En base al objetivo principal de este estudio, hemos optado por la elección de residuos de forma alargada y continua. Esta decisión se fundamenta en la viabilidad de obtener fibras de acero reciclado con longitudes de 8,6 y 4cm.

Figura 17*Clasificación y acopio de virutas de acero en laboratorio*

Nota. a) Muestra los tipos de virutas y b) Muestra la viruta seleccionada para el estudio del tipo larga y continua.

3.8.1.2 Agregados Gruesos y Finos

Los agregados utilizados para la elaboración de concreto en su mayoría, provienen de la trituración y tamizado de roca, cuya producción está a cargo de una empresa privada. Dichos materiales son almacenados y clasificados en base a su diámetro.

Es así que los agregados (fino y grueso) empleados en la presente investigación provienen de la Cantera Huancachupa, ubicada en Andabamba – Pilco Marca – Huánuco. Cantera cercana a la ciudad y con gran demanda.

Figura 18

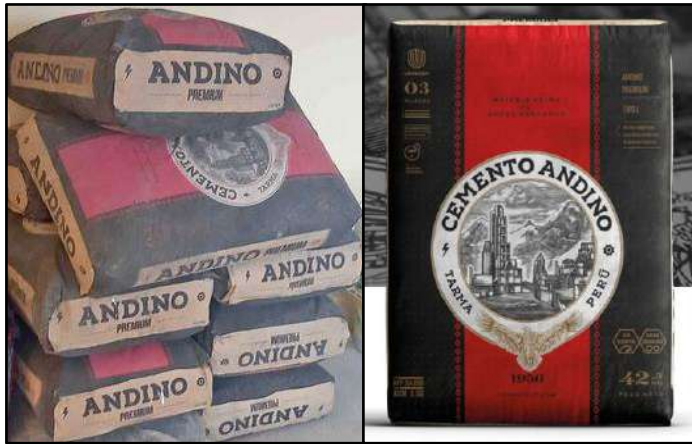
Obtención de agregados finos y gruesos, Cantera Huancachupa



3.8.1.3 Cemento Hidráulico

El tipo de cemento utilizado en este estudio es el Cemento Andino Premium (Tipo I), diseñado para aplicaciones generales. Este cemento cumple con la Norma Técnica Peruana NTP 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150, según la información detallada en la ficha técnica proporcionada por el proveedor. Este producto se distribuye en bolsa de 42.5 kg, facilitando su manejo y aplicación en la investigación.

Figura 19
Obtención del cemento Tipo I

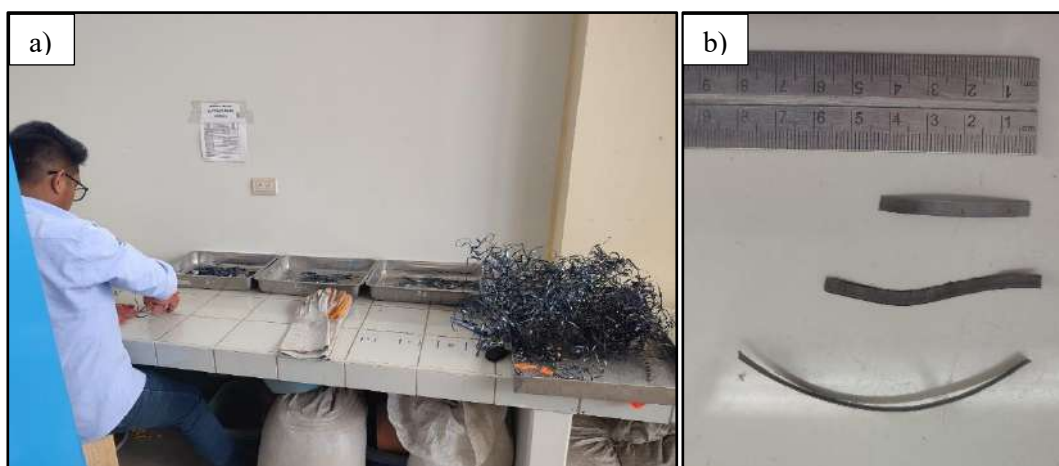


3.8.2. Fase 2: Diseño de mezcla

3.8.2.1 Caracterización de Fibras de Acero Reciclado

Las fibras estudiadas en esta investigación fueron obtenidos a través de un proceso de corte manual, aplicando cortes precisos en longitudes de 4cm, 6cm y 8cm. En relación al diámetro, se observó una variabilidad significativa debido a su forma irregular. En las siguientes figuras se muestra la obtención de fibras de diferentes longitudes.

Figura 20
Obtención de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8 cm



Nota. a) Corte manual y clasificación por longitud de fibras b) Fibras de 4, 6 y 8cm.

La caracterización de la fibra es fundamental, ya que proporciona información detallada de las dimensiones de las fibras. Y, en consecuencia, su implicancia en el comportamiento físico-mecánico del concreto. Objetivo principal de esta investigación.

Es así que, con el propósito de comparar las fibras entre sí, se estableció un parámetro llamado aspecto o esbeltez. Se define como la relación entre la longitud y el diámetro o diámetro equivalente, siendo este último el diámetro del círculo cuya sección es equivalente a la superficie de la fibra (Fernández, 1982).

Dada las características de la fibra en estudio, resulta necesario determinar el diámetro equivalente por medio del método gravimétrico. Método empleado, cuando las fibras presentan sección variable sea cual sea la forma longitudinal. El diámetro equivalente se calcula considerando la longitud media y peso medio de un determinado número de fibras, en base a una masa volumétrica $\rho = 7.85 \text{ g/cm}^3$ según la fórmula (MACCAFERRI, 2007):

$$De = \left(\frac{4 \cdot m \cdot 10^6}{\pi \cdot L \cdot \rho} \right)^{1/2}$$

Simplificando, considerando fibra de acero:

$$De = 12.74 \left(\frac{m}{L} \right)^{1/2}$$

Donde:

De = Diámetro equivalente, (mm).

m = Masa de fibra, (g).

L = Longitud de fibra, (mm).

De este modo, fueron seleccionados 100 unidades de fibra al azar de cada longitud (4cm, 6cm y 8cm) con el fin de caracterizarlos, así como para el cálculo del diámetro equivalente y en consecuencia su esbeltez o relación de aspecto ($\lambda = L/De$), empleando la fórmula anterior.

En las siguientes figuras se muestra el procedimiento de caracterización de fibras. Se inicia con la elección aleatoria de 100 unidades de fibra; para luego medir

su longitud, ancho, espesor y masa; se anotan los datos en el formato correspondiente; y finalmente se calcula el diámetro equivalente de las fibras.

Figura 21

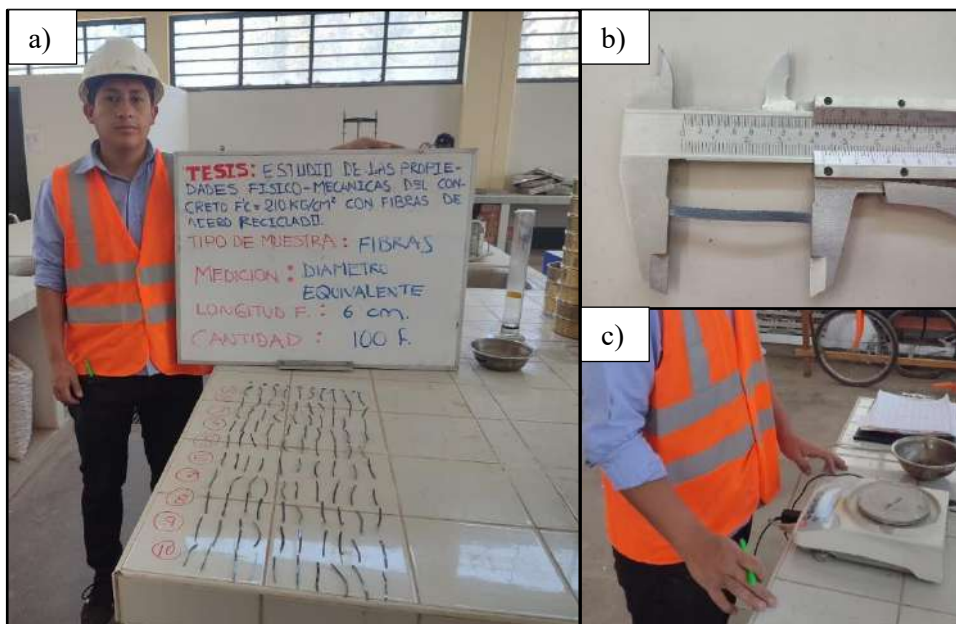
Caracterización de fibras de acero reciclado, $l=4\text{cm}$



Nota. a) Elección aleatoria de 100 unidades de fibra de 4 cm, b) Medición de longitud individual de fibras y c) Medición de la masa individual de fibras.

Figura 22

Caracterización de fibras de acero reciclado, $l=6\text{cm}$



Nota. a) Elección aleatoria de 100 unidades de fibra de 6 cm, b) Medición de longitud individual de fibras y c) Medición de la masa individual de fibras.

Figura 23

Caracterización de fibras de acero reciclado, $l=8\text{cm}$



Nota. a) Elección aleatoria de 100 unidades de fibra de 8 cm, b) Medición de longitud individual de fibras y c) Medición de la masa individual de fibras.

3.8.2.2 Ensayo de Agregados

Los agregados a utilizar en la mezcla deben cumplir con las especificaciones técnicas de modo que asegure la calidad del concreto. Por eso es importante determinar sus propiedades y características. A continuación, se muestran los ensayos realizados en el marco de la investigación presente.

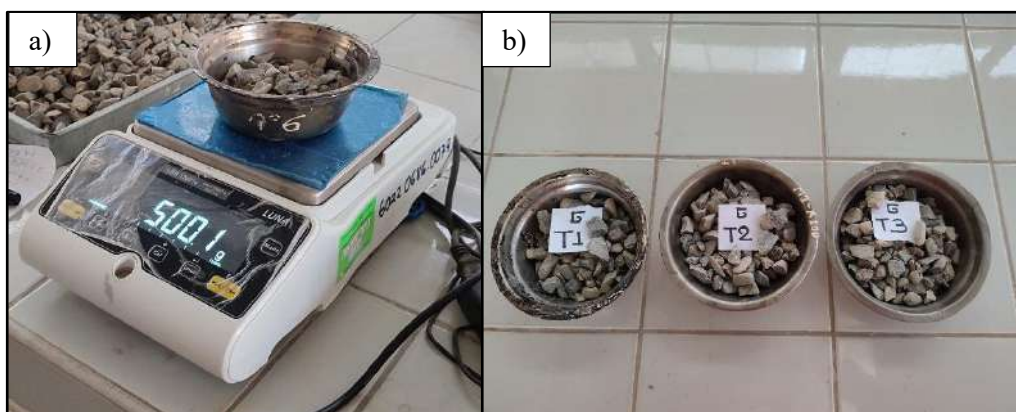
A. Ensayo de Contenido de Humedad de Agregados Finos y Gruesos (NTP 339.185).

Se inicia con la toma de muestra representativa de agregados utilizando el método del cuarteo, cuyo procedimiento es establecido en la NTP 400.043. Donde la muestra de agregado se mezcla tres veces y apilan, para luego dividirlos en cuatro porciones idénticas. Siendo una de las partes la muestra idónea para el ensayo. Las siguientes gráficas muestran el procedimiento de cuarteo y elección de muestra representativa.

Figura 24*Procedimiento de cuarteo para toma de muestras de ensayo*

Nota. a) Mezcla y apilamiento cónico, b) Aplanamiento de material, c) Verificación del diámetro y espesor para uniformidad y c) División y toma de muestra representativa.

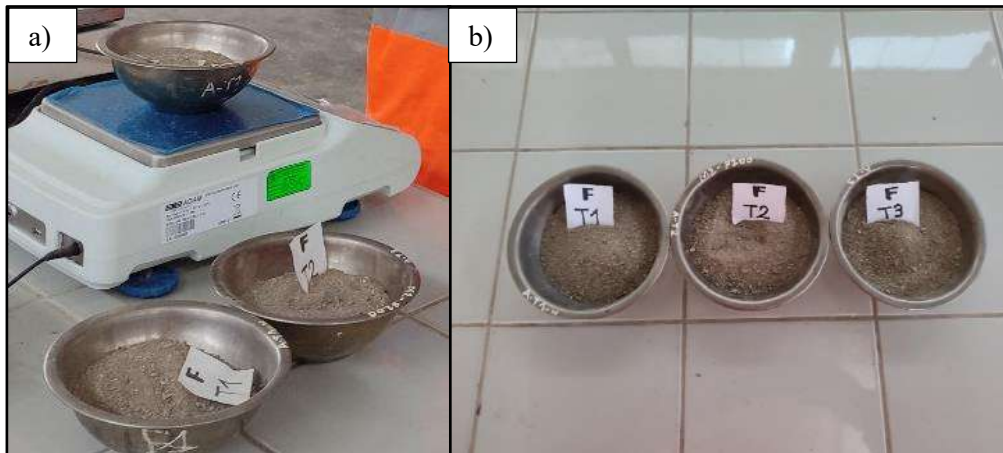
En seguida se toma la muestra representativa y se pesa empleando una balanza de precisión; para luego secarlas en el horno manteniendo la temperatura a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dichas muestras se secan hasta alcanzar un peso constante.

Figura 25*Peso de muestras húmedas del agregado grueso*

Nota. a) Medición de la masa húmeda de agregado grueso b) Cantidad de muestras de prueba.

Figura 26

Peso de muestras húmedas del agregado fino

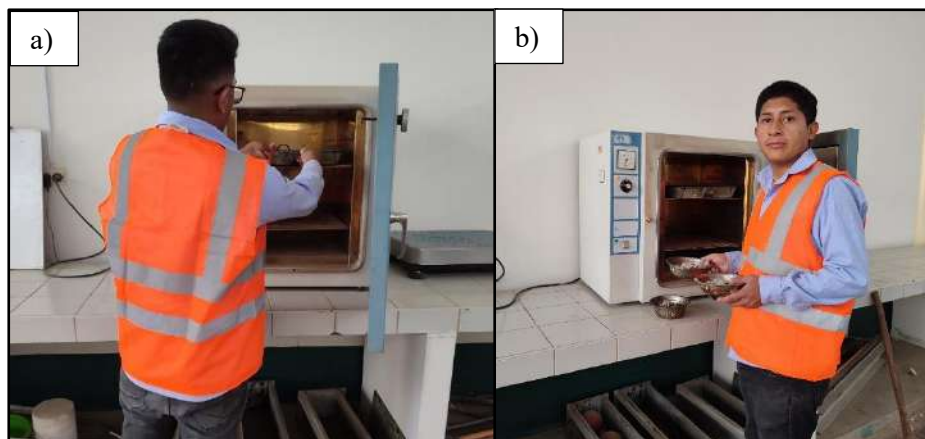


Nota. a) Medición de la masa húmeda de agregado fino b) Cantidad de muestras de prueba.

Finalmente, la muestra seca es pesada nuevamente y se procede a calcular el contenido de humedad. Los resultados son registrados en los formatos correspondientes.

Figura 27

Colocación y extracción de muestras de agregados finos y gruesos del horno



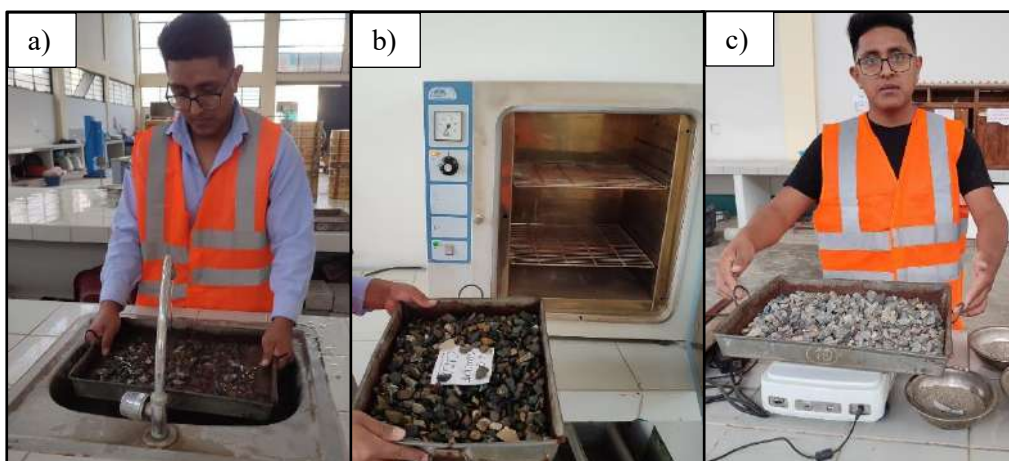
Nota. a) Colocación de muestras húmedas de agregados y b) Extracción de muestras secas de agregados.

B. Ensayo de análisis granulométrico de agregados finos y gruesos (NTP 400.012).

El ensayo consiste en determinar la distribución de tamaños de las partículas de agregados. Inicia con la obtención de muestras representativas de agregado grueso y fino, empleando el método del cuarteo, como se describió anteriormente. Obtenida la muestra y con el fin de eliminar impurezas, se procedió a lavarla y secarla en el horno manteniendo la temperatura a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Una vez seca, se registraron los pesos para proceder con el tamizado.

Figura 28

Procedimiento de obtención de muestra de agregados para tamizado



Nota. a) Lavado de muestras, b) Colocación al horno para secado y c) Medición de masa seca de agregados.

Antes de efectuar el tamizado, se seleccionan los tamaños adecuados de tamices y se disponen de mayor a menor abertura como se indica a continuación:

- *Agregado grueso:* 3/4", 1/2", 3/8" y N°4.
- *Agregado Fino:* 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.

Con la muestra seca obtenida y los correspondientes tamices seleccionados se procedió a realizar el tamizado manual. Dónde la muestra se colocó en el tamiz superior y se agitó ligeramente inclinada de modo que los materiales pasen a través él. Como consecuencia se obtuvieron materiales retenidos en los distintos tamices, se registraron en los formatos correspondientes para luego finalmente realizar los cálculos.

Figura 29
Tamizado manual de agregado grueso



Nota. a) Tamizado y disposición de material grueso retenido y b) Medida de la masa retenida.

Figura 30
Tamizado manual de agregado fino



Nota. a) Tamizado y disposición de material fino retenido y b) Medida de la masa retenida.

C. Ensayo normalizado para determinar el peso unitario suelto y compactado de agregados (NTP 400.017).

El ensayo para determinar el peso unitario de agregados, inició con la selección de la muestra representativa por el método de cuarteo, descrito anteriormente. Así como, la elección del recipiente calibrado de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado (1/2”). Es preciso señalar que el recipiente de ensayo contaba con sus medidas de volumen y masa determinados.

Como siguiente paso, se procedió a realizar el ensayo propiamente por el método de apisonado, donde el recipiente fue llenado hasta un tercio del total con agregado y en seguida se apisonó el agregado con 25 golpes utilizando la varilla de apisonado. Se repitió el procedimiento en las demás partes hasta llenar el recipiente. Finalmente se niveló y pesó el recipiente junto al agregado. Los valores fueron registrados para proceder con los cálculos correspondientes y obtener los pesos unitarios.

Figura 31

Procedimiento de ensayo, peso unitario compactado



Nota. a) Llenado a un tercio del total, b) Apisonado, c) Nivelado de la superficie y d) Determinación de la masa del agregado más recipiente.

D. Ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

El ensayo para determinar el peso específico y posteriormente su absorción, inició con sumergir el agregado grueso en un recipiente con agua durante 24 horas.

Figura 32

Sumersión en agua de agregado grueso



Transcurrido el tiempo sumersión del agregado, se retiró la muestra del agua y se procedió a eliminar las partículas visibles de agua superficiales del agregado mediante un paño absorbente seco. Este proceso se realiza con la finalidad de que los agregados una sequedad superficial suficiente para llevar a cabo el ensayo.

Figura 33

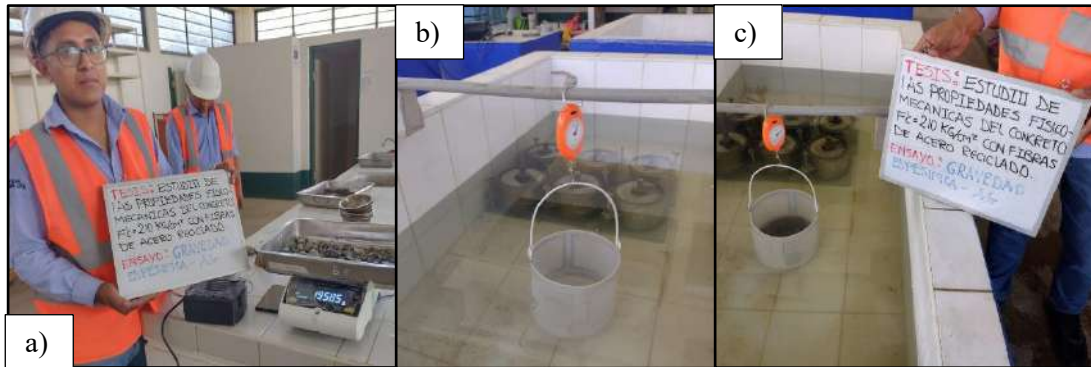
Secado de agua superficial en el agregado grueso



Una vez que el agregado grueso se encuentre en un estado saturado superficialmente seco, se procede a pesarlo y posteriormente a colocarlo en una canastilla metálica para obtener nuevamente el peso de la muestra totalmente

Figura 34

Peso del agregado grueso totalmente sumergido



Nota. a) Peso de Agregado Grueso SSS, b) Peso de canastilla sumergida, c) Peso del Agregado Grueso Sumergido.

Para concluir el ensayo, la muestra se retiró de la canasta metálica en un recipiente para ser sometido a un proceso de secado al horno a una temperatura constante de 110°C, el proceso de secado al horno permite eliminar completamente la humedad de la muestra para obtener el peso seco de la muestra. Todos los pesos obtenidos en el ensayo permitirán determinar el peso específico y la absorción.

Figura 35

Peso del agregado grueso totalmente sumergido



Nota. a) Muestra extraída de canasta metálica, b) Proceso de colocación de muestra en el Horno de secado.

E. Ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

El ensayo para determinar el peso específico y posteriormente su absorción, inició con sumergir el agregado fino en un recipiente con agua durante 24 horas.

Figura 36

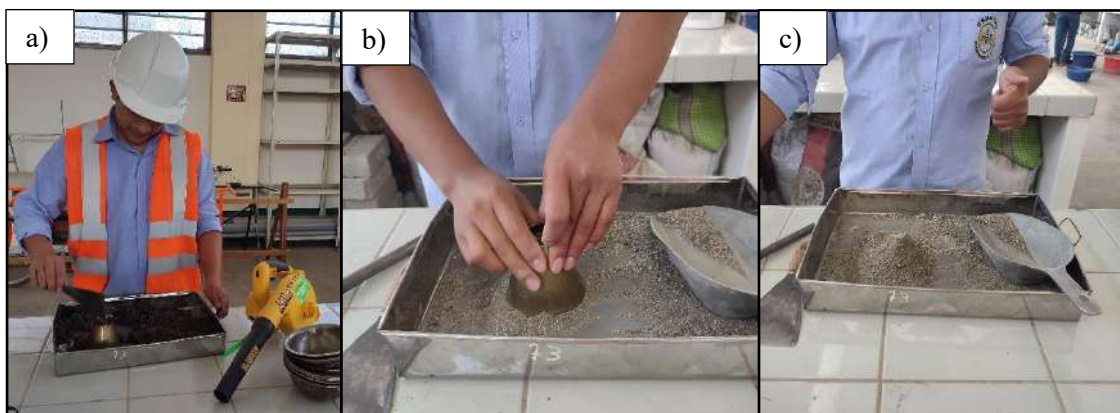
Sumersión en agua de agregado fino



Transcurrido el tiempo sumersión del agregado, se retiró la muestra del agua y se procedió a colocar en un recipiente con el fin de realizar un secado con aire de manera uniforme y controlada. Para realizar este proceso se utilizó una secadora que permitió eliminar la humedad superficial del agregado.

Figura 37

Proceso de secado del agregado fino

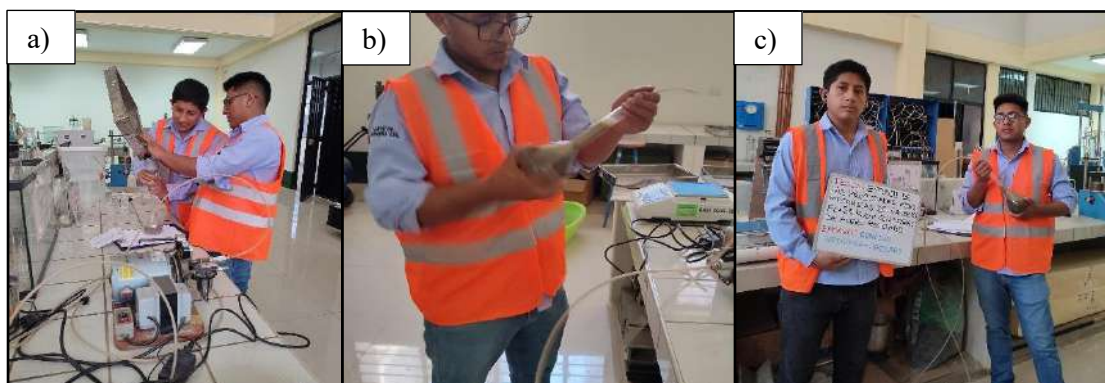


Nota. a) Secado de la muestra con secadora eléctrica, b) Moldeado cónico de la muestra, c) Adoptado de forma cónica de la muestra.

Para determinar si la muestra de agregado fino está en un estado superficialmente seca, se realizó el ensayo del molde cónico. Este proceso consiste en la colocación de la muestra en un recipiente de forma cónica compactada mediante 25 golpes. La muestra debe adoptar esta forma cónica y desprenderse de forma natural del molde. El desprendimiento proporciona un indicador de la humedad óptima para dar pase al siguiente proceso. Continuando con el ensayo, se coloca 500 g de la muestra dentro del instrumento picnómetro, el cual se rellena con agua hasta la marca especificada en el instrumento y posteriormente se procede a eliminar el aire presente.

Figura 38

Proceso de secado del agregado fino



Nota. a) Colocación de muestra en picnómetro, b) Extracción de aire mediante bomba extractora, c) Proceso de ensayo de peso de muestra saturada.

Posterior a la confirmación de eliminación de vacíos de aire en el picnómetro, la muestra es pesada y posteriormente vaciada en un recipiente para su traslado al horno, donde es sometida a un proceso de secado al horno con 100°C constante. La muestra se mantuvo en el horno hasta alcanzar la sequedad, luego fue retirada y pesada para obtener el peso totalmente seco de la muestra.

Figura 39

Proceso de secado al horno de agregado fino



3.8.2.3 Diseño de Mezcla

Tras obtener los resultados de los ensayos de los agregados finos y gruesos, se procedió a diseñar la mezcla para el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando los siguientes datos:

A. DATOS DE INGRESO:

1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Tabla 13

Datos para el diseño de mezcla

Cemento		
Marca	Cemento Andino Premium	
Tipo	I	
Procedencia	Huánuco	
Densidad relativa	3.15 gr/cm³	
Agua		
Peso específico	1000 kg/m³	
Agregados		
	Fino	Grueso
Cantera	Huancachupa	Huancachupa
Peso unitario suelto, kg/m ³	----	----
Peso unitario compactado, kg/m ³	----	1502
Peso específico seco, kg/m ³	2630	2350
Módulo de fineza	2.42	----
TMN	----	0.50
% de absorción	1.29	0.89
Contenido de humedad, %	1.50	0.70

Nota. Valores extraídos de Anexo N°9

2. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

Resistencia a la compresión especificada

210 kg/cm²

Aire incorporado

NO

3. CONDICIONES AMBIENTALES Y DE EXPOSICIÓN

Lugar

Laboratorio

Temperatura promedio ambiente

20 °C

Humedad relativa

80 %

Condición de exposición

Normales

4. RESISTENCIA REQUERIDA

Para nuestro caso de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se tendrá un equivalente de $f_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia requerida promedio:

Desviación estándar: f_{cr} a utilizar =

B. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO:

PASO 1. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

En caso de que no se detalla el asentamiento del diseño, se puede seleccionar un valor apropiado para el asentamiento de la siguiente tabla. Los rangos de asentamientos que se muestran se aplican cuando se utiliza vibración para consolidar el concreto (ACI Comité 211, 2009).

Para nuestro diseño, Slump recomendado:

PASO 2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO

Para nuestro diseño, Tamaño Máximo Nominal:

TMN:

PASO 3. DETERMINAR EL CONTENIDO DE AIRE Y VOLUMEN DEL AGUA

CONTENIDO DE AIRE:

Para nuestro diseño, Contenido de aire:

TMN	Contenido de Aire
1/2 ''	2.5 %

VOLUMEN DEL AGUA:

Para nuestro diseño, volumen del agua:

TMN	ACI
1/2 ''	216. lt

PASO 4. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Para nuestro diseño, haciendo una interpolación de valores:

f'c	a/c
294 kg/cm ²	0.56

PASO 5. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

La cantidad de cemento por unidad de volumen de hormigón está fijada por la división de los valores obtenidos anteriormente, (paso 3/paso 4):

cemento
385.71 kg


PASO 6. CÁLCULO DEL PESO DE LOS AGREGADOS

Según propiedad de nuestro material fino:

Módulo de fineza:

<i>fino</i>
2.42

Entonces, para el valor del módulo de fineza, se calcula el valor b/bo mediante interpolación:

	b/bo según Módulo de fineza del Fino				
TMN G	2.4	2.42	2.6	 b/bo <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0.59</td></tr></table>	0.59
0.59					
1/2"	0.59	X	0.57		

Donde:

b: peso seco del agregado grueso

bo: peso unitario compactado del agregado grueso

Según propiedad de nuestro material fino, se tiene:

bo:

1502 kg

Multiplicando el valor de (bo) por (b/bo), obtendremos el valor de b (peso seco del agregado grueso):

b:

886.18 kg

Valores aproximados de la cantidad de agregados en volumen:

Tabla 14

Valores aproximados de la cantidad de agregados en volumen.

Material	Peso seco	P. específico	volumen
<i>Cemento (kg)</i>	385.71 kg	3150 kg/m ³	0.122 m ³
<i>Agua (lt)</i>	216. lt	1000 kg/m ³	0.216 m ³
<i>Agregado grueso (kg)</i>	886.18 kg	2350	0.377 m ³
<i>Aire (%)</i>	2.5 %		0.025 m ³
TOTAL			0.74 m³

PASO 7. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Volumen del agregado fino} = \boxed{0.26 \text{ m}^3}$$

Teniendo el peso específico de agregado fino, se calcula el peso en estado seco del agregado fino multiplicando el volumen por el peso específico:

$$\text{Peso seco A.F} = \boxed{683.8 \text{ kg}}$$

PASO 8. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Tabla 15

Diseño de mezcla en estado seco.

Material	Peso seco/m ³
<i>Cemento</i>	385.71 kg
<i>Agua</i>	216. lt
<i>Agregado Grueso</i>	886.18 kg
<i>Agregado Fino</i>	683.8 kg
<i>Aire</i>	2.5 %

PASO 9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$\left[\begin{array}{l} \text{Peso del agregado} \\ \text{humedo (kg)} \end{array} \right] = \text{Agregado seco (kg)} * [1 + \% \text{humedad}/100]$$

$$\text{Fino:} \quad \boxed{694.057 \text{ kg}}$$

$$\text{Grueso:} \quad \boxed{892.3833 \text{ kg}}$$

$$\left[\text{Aporte de Humedad (lt)} \right] = \text{Agregado seco (kg)} * [\% \text{humedad} - \% \text{Absorción}] / 100$$

Fino	1.43598 lt
Grueso	-1.683742 lt

$$\left[\text{Agua Efectivo (lt)} \right] = \text{Agua de la mezcla (lt)} - \left[\text{Aporte de Humedad de agregados (lt)} \right]$$

Agua efectiva = 216.24776 lt

PASO 10. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO HÚMEDO

Material	Peso húmedo/m3
<i>Cemento</i>	385.71 kg
<i>Agua</i>	216.25 lt
<i>Agregado Grueso</i>	892.38 kg
<i>Agregado Fino</i>	694.06 kg
<i>Aire</i>	2.5 %

PASO 11. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

Proporción del diseño por volumen

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
0.122 m3	0.26 m3	0.377 m3	0.216 m3
1	2.1	3.1	1.8

0.122 m3	0.26 m3	0.377 m3	0.216 m3
----------	---------	----------	----------

1	2.1	3.1	1.8
---	-----	-----	-----

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	216.25 lt
1	1.8	2.3	0.6

385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	216.25 lt
-----------	-----------	-----------	-----------

1	1.8	2.3	0.6
---	-----	-----	-----

C. DISEÑO DE MEZCLA CON INCORPORACIÓN DE FIBRA:

1. INCORPORACIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO EN PROPORCIÓN DE 20KG/M3

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Fibra de Acero Reciclado	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	20 kg	216.25 lt

1	1.8	2.3	0.05	0.6
---	-----	-----	------	-----

2. INCORPORACIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO EN PROPORCIÓN DE 40KG/M3

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Fibra de Acero Reciclado	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	40 kg	216.25 lt

1	1.8	2.3	0.1	0.6
---	-----	-----	-----	-----

3. INCORPORACIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO EN PROPORCIÓN DE 60KG/M3

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Fibra de Acero Reciclado	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	60 kg	216.25 lt

1	1.8	2.3	0.16	0.6
---	-----	-----	------	-----

3.8.3. Fase 3: Elaboración y Curado de Muestras

3.8.3.1 Elaboración de probetas de concreto

La fabricación de probetas cilíndricas y vigas prismáticas como muestras para sus posteriores ensayos fueron realizados en el Laboratorio Centro Especializado de Geotecnia, Pavimentos y Ensayos de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil - UNHEVAL. En el cual se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:

- Mezcladora de concreto (1/2 bolsa)

Figura 40
Mezcladora de Concreto



- Moldes de probetas cilíndricas y vigas prismáticas

Figura 41
Moldes para probetas de ensayos



Nota. a) Probetas cilíndricas, b) Probetas de vigas prismáticas

- Herramientas para la preparación y control de las mezclas (balanzas, bugui, recipientes, etc)

Figura 42
Mezcladora de Concreto



Nota. a) Bugui para recepción de mezcla, b) Balanza y recipientes.

- Herramientas de alisado y acabado de probetas (martillo de goma, varilla de acero, badilejo, etc)

Figura 43
Mezcladora de Concreto



Nota. a) Varilla de acero, b) Martillo de goma y badilejo.

Elaboración de la mezcla de concreto:

Se dio inicio a la elaboración de la mezcla de concreto con el pesado de todos los materiales según diseño de mezcla. La proporción de mezcla se realizó según la cantidad de 3 probetas por cada muestra, considerando un 5% de desperdicio en su elaboración.

Figura 44

Dosificación de materiales para elaboración de mezcla



Seguidamente, se dio inicio al proceso de mezclado en la mezcladora de concreto, donde se incorporaron todos los materiales de manera continua. Es importante permitir que la mezcla se realice de manera continua hasta obtener una mezcla homogénea.

Figura 45

Dosificación de materiales para elaboración de mezcla



Nota. a) Introducción de agregados, b) Mezcla de concreto.

Posterior a la obtención de la mezcla fresca del concreto, se procedió a realizar el ensayo de slump de acuerdo a la NTP 339.035, con el objetivo de medir la consistencia de la mezcla y verificar el slump del diseño.

Figura 46

Ensayo de Slump para medir consistencia del concreto



Nota. a) Proceso de llenado y varillado del concreto, b) Medición del Slump.

Finalmente, la mezcla de concreto se vertió en moldes cilíndricos (para el ensayo de compresión) y prismáticos (para el ensayo de flexión), los cuales habían sido previamente recubiertos con grasa para prevenir la adherencia y facilitar la extracción de las muestras después del moldeado.

Figura 47

Elaboración de probetas para ensayos de compresión y flexión



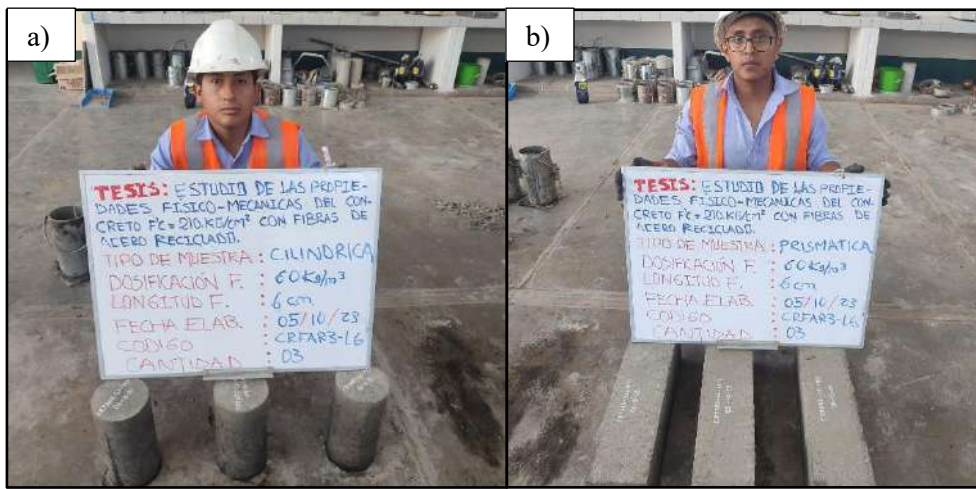
Nota. a) Elaboración e probetas Cilíndricas, b) Elaboración de probetas Primaticas.

3.8.3.2 Curado de probetas de concreto

Después de transcurridas 24 horas desde la fabricación de las probetas de concreto, se procedió al desmolde de las probetas cilíndricas y prismáticas. Además, se realizó la marcación de las probetas para identificar el tipo de muestra y llevar un registro de los días transcurridos hasta el ensayo.

Figura 48

Desmolde de probetas de concreto

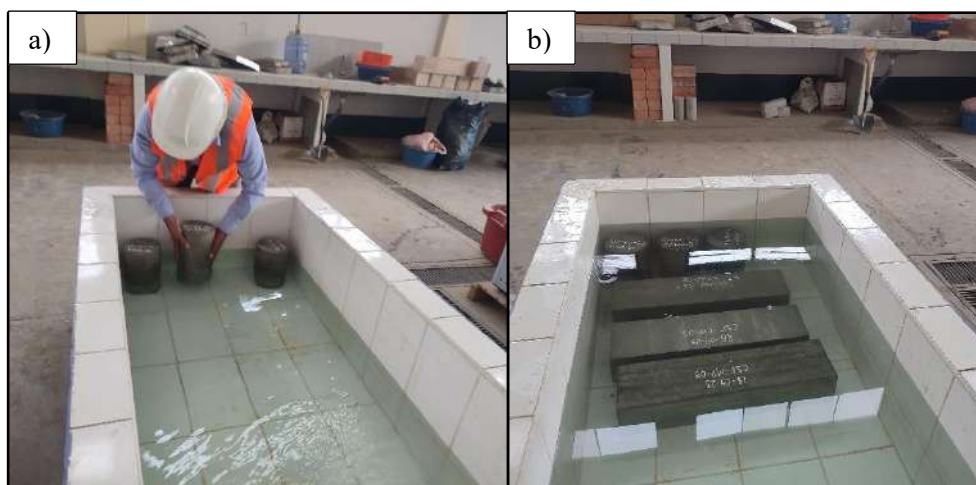


Nota. a) Desmolde de probetas cilíndricas, b) Desmolde de probetas primaticas.

Una vez desmoldadas, estas probetas son sumergidas en un tanque de agua. El curado adecuado garantiza una hidratación óptima, permitiendo que el concreto alcance la resistencia deseada de manera efectiva.

Figura 49

Curado de probetas de concreto



Nota. a) Colocación en tanque de curado, b) Curado de probetas.

3.8.4. Fase 4: Ensayos del Concreto

3.8.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión

Dimensiones de probetas. Antes de realizar el ensayo de compresión, se tomaron las medidas del diámetro y la altura de las probetas cilíndricas tanto para las muestras patrón como para las muestras experimentales con fibras de acero.

Figura 50
Medición de probetas de concreto cilíndricas



Colocación en la máquina de ensayo. Una vez que se tomaron las dimensiones para cada una de las probetas, se colocaron en una máquina de ensayo de compresión. Esta máquina aplica gradualmente una carga axial uniforme sobre la probeta, ejerciendo presión hacia abajo desde la parte superior.

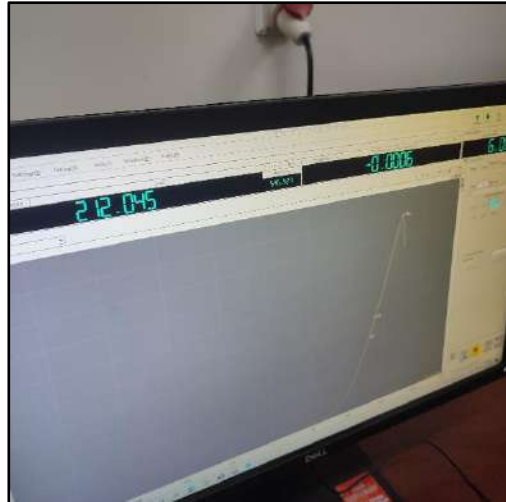
Figura 51
Prueba de resistencia a la compresión



Registro de la carga y la deformación. Durante el ensayo, se registró la carga máxima aplicada a la probeta y la deformación que experimenta. Esta carga máxima se conoce como resistencia a la compresión del concreto.

Figura 52

Registro de carga máxima a la compresión



Tipo de Falla y cálculo de los resultados. Finalmente se analiza el tipo de falla producido en la probeta de concreto y con los datos obtenidos durante el ensayo, se calcula la resistencia a la compresión dividiendo la carga máxima registrada por el área transversal de la probeta.

Figura 53

Probeta de concreto cilíndrica posterior al ensayo



3.8.4.2 Resistencia a la flexión

Dimensiones de probetas. Antes de realizar el ensayo a la flexión, se midieron las dimensiones de largo, ancho y alto de cada probeta de concreto prismática, tanto para las muestras patrón como para las muestras experimentales con fibras de acero.

Figura 54
Medición de probetas de concreto prismáticas



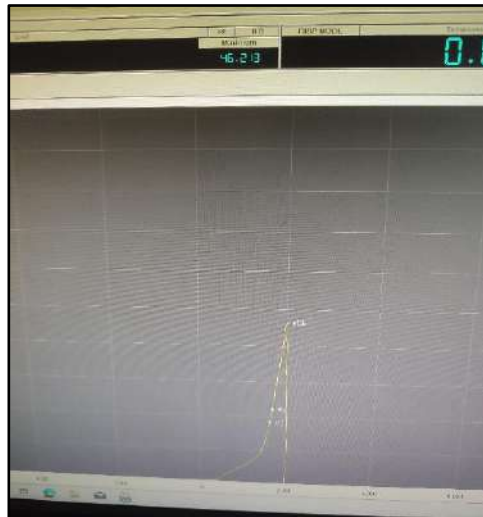
Montaje en la máquina de ensayo. Una vez que se tomaron las dimensiones para cada una de las vigas prismáticas, se colocaron en una máquina de ensayo a la flexión. Donde se aplica una carga gradual en los tercios de su claro de apoyo para inducir una flexión, el ensayo se realiza de acuerdo a la NTP 339.078.

Figura 55
Prueba de concreto a la flexión



Registro de la carga y la deformación. El ensayo continúa hasta que la probeta alcanza su punto de falla. Se registra la carga máxima que la probeta pudo soportar antes de la falla, así como la deformación correspondiente. Esto se realiza utilizando dispositivos de medición integrados en la máquina de ensayo.

Figura 56
Registro de carga máxima a la flexión



Tipo de Falla y cálculo de los resultados. Finalmente se analiza el tipo de falla producido en la probeta de concreto y con los datos obtenidos durante el ensayo, se calcula la resistencia a la flexión definido en la NTP 339.078

Figura 57
Viga de concreto prismática posterior al ensayo



3.9. Tabulación y Análisis de Datos Estadísticos

Recopilados los datos del presente estudio, se continúa con la evaluación y análisis de los mismos, para lo cual se emplea la estadística. Analizar estadísticamente, proporciona evidencias objetivas que permiten responder las interrogantes planteadas en un estudio.

Así, se empleará la estadística descriptiva e inferencial para el análisis de los datos del presente estudio.

3.9.1. Análisis Estadístico Descriptivo

Esta parte de la estadística se enfoca en describir y resumir las características de los datos de manera organizada y significativa. Los datos se representan en gráficas como, por ejemplo: histogramas, diagramas de cajas y gráficas de puntos. Otros métodos implican los cálculos numéricos de medidas tales como: la media, la varianza y la desviación estándar (Devore, 2008).

A continuación, se define la forma de cálculo de las medidas para el análisis de datos.

- **La Media (\bar{X})**

También conocido como promedio aritmético, se obtiene al dividir la suma del conjunto entre la cantidad de datos.

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- **La Varianza (s^2)**

Representa la variabilidad de los datos respecto a su media. Está dada por:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- **Desviación Estándar (s)**

Mide la dispersión de una distribución de datos, está dada por la raíz cuadrada de la varianza.

$$s = \sqrt{s^2}$$

3.9.2. Análisis Estadístico Inferencial

Permite realizar afirmaciones válidas de la población en base a la información contenida en la muestra, y se apoya en datos estadísticos calculados de las observaciones. Por lo general, la estadística inferencial se divide en *estimación y prueba de hipótesis* (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

Con la finalidad de verificar las hipótesis planteadas, y evaluar la influencia de las fibras de acero reciclado en distintas dosis y longitudes en las propiedades físico-mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm², se realizará la prueba de hipótesis, teniendo en cuenta dos hipótesis contradictorias.

a) Hipótesis nula e hipótesis alternativa

La primera hipótesis denotada por H_0 , se conoce como *hipótesis nula* y se entiende que es la pretensión de que inicialmente se supone cierta mientras no existan evidencias de su falsedad. Por otro lado, la *hipótesis alterna*, H_a es la aseveración contradictoria de la hipótesis nula (Devore, 2008). Así, la prueba de hipótesis es un método que consiste en rechazar o no rechazar la hipótesis nula.

De este modo, para analizar estadísticamente los datos obtenidos en la presente investigación, se considera las siguientes hipótesis.

	μ_{mc}		μ_{far}
H₀:	Media de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² (muestra control)	= o <	Media de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , con incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ (pruebas experimentales)
H_a:	Media de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² (muestra control)	≠ o =	Media de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , con incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ (pruebas experimentales)

Donde la hipótesis nula evidencia igualdad en la media de los datos entre la muestra control y las muestras con incorporación de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³. Y la hipótesis alternativa se plantea en forma contradictoria. Si se determina la falsedad de la hipótesis nula se considera cierta en forma unilateral la proposición de la hipótesis alternativa.

b) Nivel de significancia

El nivel de significancia (nivel alfa α) es el límite para juzgar un resultado como estadísticamente significativo. Cuando el valor de significancia es inferior al nivel de significancia establecida, se interpreta el resultado como estadísticamente significativo.

Para la presente investigación se considera para la prueba de hipótesis un nivel de significancia de 0.05, esto quiere decir que el investigador tiene 95% de seguridad de generalizar los resultados y solo un 5% en contra.

c) Estadístico de prueba

El estadístico de prueba es un valor calculado a partir de los datos y la hipótesis de nula, el cual permite determinar la veracidad o no de la hipótesis nula en una prueba de hipótesis. Al grupo de valores del estadístico de prueba que conllevan a rechazar la hipótesis nula es conocido como *región o intervalo de rechazo*, por el contrario los valores dónde no se rechaza la hipótesis nula se les llama *región o intervalo de aceptación* (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

Las diversas pruebas de hipótesis emplean distintos estadísticos de pruebas, los cuales varían dependiendo del modelo de probabilidad considerado en la hipótesis nula. Por ejemplo, la prueba estadística análisis de varianza (ANOVA) emplea el estadístico de prueba F, el cual sigue una distribución F de Fisher.

La prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA) se emplea en la presente investigación, en dónde se analizan las medias y varianzas de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³. A fin de determinar si estos grupos difieren significativamente entre sí y poder rechazar o aceptar las hipótesis planteadas.

d) Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor permite comparar la media de tres o más grupos poblacionales independientes y con distribución normal. La idea general de esta técnica es separa la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

El objetivo es probar la igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Asimismo, el ANOVA requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos:

- La distribución de probabilidad de las variables es normal.
- Las muestras son independientes.
- Las poblaciones tienen igual varianza.

Generalmente los cálculos se resumen en formato tabular, llamado *tabla ANOVA* y se muestra a continuación:

Tabla 16
Tabla de ANOVA.

Fuente de Variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F ₀	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{\mu_i^2}{n_i} - \frac{\mu_{..}^2}{N}$	$k - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \mu_{ij}^2 - \frac{\mu_{..}^2}{N}$	$N-1$			

Nota. Adaptada de Gutiérrez y de la Vara (2012, p. 58).

Donde:

μ_i = Suma de observaciones de tratamiento i .

$\mu_{..}$ = Suma total de las N mediciones.

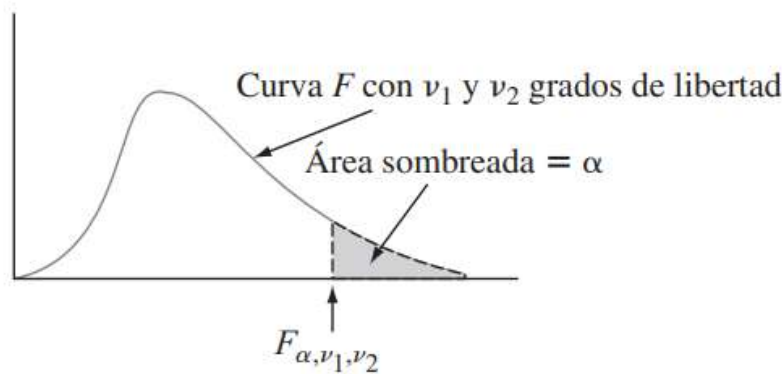
k = Total de grupos de muestras.

N = Total de datos.

Si se parte del supuesto que la hipótesis nula es cierta, el estadístico empleado sigue una distribución F de Fisher – Snedecor, caracterizada por $v_1 = k - 1$ y $v_2 = n - k$ grados de libertad. Dónde k es el número de muestras y N el número total de observaciones. A continuación, se muestra la curva de densidad F y el valor crítico de la cola superior correspondiente F_{α, v_1, v_2} . “El resultado teórico clave es que el estadístico de prueba F tiene una distribución F cuando H_0 es verdadera” (Devore, 2012, p.374).

Figura 58

Curva F y valor crítico F_{α, v_1, v_2}



Nota. Adaptada de Devore (2012, p. 375).

Por otro lado, si se encuentran diferencias significativas en las pruebas del ANOVA corresponderá realizar pruebas post hoc, que permite determinar diferencias entre los diferentes grupos experimentales. Entre las pruebas tenemos, a la prueba de Dunnett y la prueba de Games - Howell.

e) Prueba Dunnett

Una vez rechazada la H_0 con el ANOVA, en ocasiones el analista se interesa en comparar las medias de un grupo con una media control e identificar si existen diferencias significativas. El tratamiento control se identifica por su característica por el cual es importante comparar con los demás tratamientos (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

Un procedimiento para hacer estas comparaciones fue desarrollado por Dunnett, cuyo procedimiento es una modificación de la prueba t común.

Supongamos que el tratamiento k es el control y que quieren probarse las hipótesis:

$$H_0: \mu_i = \mu_k$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_k$$

Con $i: 1, 2, \dots, k - 1$. La hipótesis nula se rechaza si:

$$|\bar{\mu}_i - \bar{\mu}_k| > D_\alpha(k - 1, l) \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_k} \right)}$$

Donde:

$CM_E =$ Cuadrado medio del error.

$l =$ Grado de libertad del cuadrado medio del error.

$\bar{\mu}_i =$ Media de los datos de cada grupo.

$\bar{\mu}_k =$ Media del tratamiento k .

3.10. Consideraciones Éticas

La presente investigación se desarrolla bajo principios éticos a fin de garantizar la integridad, el respeto y mantener los estándares de la investigación científica. Es así que, se tiene en cuenta la originalidad de la información empleada en respeto y reconocimiento a los autores, esto se logra con la debida referenciación. Asimismo, los ensayos técnicos se realizan cumpliendo los lineamientos establecidos en las normas técnicas vigentes. De igual manera, se presentan los resultados de manera completa y precisa evitando la manipulación o tergiversación de los mismos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Morfología de las Fibras de Acero

a) Procesamiento o cálculo de Datos

Masa volumétrica de la fibra:

La fórmula para calcular la masa volumétrica es:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = Masa Volumétrica (densidad) de las fibras de acero.

m = Masa de las fibras de acero.

V = Volumen ocupado por las fibras de acero.

Esbeltez de la fibra:

La fórmula para calcular la esbeltez de las fibras de acero es:

$$E = \frac{L}{D}$$

E = Relación de aspecto de la fibra (Esbeltez).

L = Longitud de la fibra.

D = Diámetro de la fibra.

b) Tablas y Gráficos

Morfología de Fibras de Acero – 4cm:

El análisis de la morfología de 100 muestras de fibras de acero, cada una con una longitud de 4 cm, se presenta en la tabla 17, donde se destacan diversas características, incluyendo la masa, longitud, ancho y espesor de las fibras.

El resumen de los valores promedio obtenidos se detalla en la tabla 18, donde se observa que estas fibras tienen una longitud media de aproximadamente 4.014 cm,

con un peso promedio de 0.462 g por fibra. La densidad media de las fibras, expresada como masa volumétrica, alcanza los 7.850 g/cm³. En cuanto al diámetro, se registra un valor equivalente de 1.367 mm, lo que sugiere que las fibras poseen una forma relativamente delgada. Sin embargo, es relevante destacar que la relación entre la longitud y el diámetro de las fibras, expresada como esbeltez, revela un valor de 29.361, indicando una tendencia hacia longitudes más largas en relación con su diámetro. Este aspecto podría tener implicaciones importantes en su comportamiento y desempeño en aplicaciones específicas.

Tabla 17

Resultados de morfología de fibras de acero de longitud 4cm.

MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO - LONGITUD 4 CM				
N° Muestra	Masa (gr)	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1	0.640	4.00	4.00	1.00
2	0.446	4.40	3.50	0.50
3	0.340	4.40	3.00	0.30
4	0.518	3.80	3.00	1.00
5	0.402	4.20	3.00	0.30
6	0.346	3.80	3.00	0.30
7	0.534	3.70	3.00	1.00
8	0.713	3.90	4.00	1.00
9	0.360	3.90	3.00	0.30
10	0.656	4.30	4.00	1.00
11	0.431	3.90	3.00	0.50
12	0.425	3.70	3.50	0.30
13	0.550	4.00	3.00	1.00
14	0.418	4.00	3.50	0.30
15	0.582	4.50	3.00	0.30
16	0.354	4.50	3.00	1.00
17	0.371	4.10	3.00	0.30
18	0.432	3.90	2.50	1.00
19	0.391	3.80	3.00	0.50
20	0.344	3.80	3.00	0.30
21	0.488	4.10	3.00	0.80
22	0.367	4.00	3.00	0.40
23	0.506	4.20	3.00	0.90
24	0.429	4.00	3.00	0.30
25	0.362	3.90	3.50	0.30
26	0.553	4.10	3.50	1.00
27	0.678	4.20	4.00	1.00
28	0.394	4.00	3.00	0.30

29	0.625	4.10	3.50	0.90
30	0.418	4.00	3.00	0.50
31	0.445	3.90	3.50	0.30
32	0.579	4.00	3.00	0.90
33	0.497	3.90	3.50	0.50
34	0.622	4.00	3.00	1.00
35	0.368	4.00	3.00	0.90
36	0.398	4.10	3.50	0.30
37	0.464	3.80	3.00	0.80
38	0.432	4.00	3.00	0.30
39	0.401	4.10	3.00	0.50
40	0.356	3.80	3.00	0.30
41	0.603	4.10	3.00	1.00
42	0.420	4.00	3.00	0.50
43	0.557	4.10	4.00	1.00
44	0.338	3.90	3.00	0.30
45	0.392	4.00	3.00	0.30
46	0.544	4.20	3.50	0.80
47	0.417	4.00	3.00	0.30
48	0.588	4.10	3.50	0.30
49	0.365	4.10	3.00	1.00
50	0.373	4.10	3.00	0.30
51	0.446	4.00	2.50	1.00
52	0.409	3.80	3.00	0.50
53	0.356	3.80	3.00	0.30
54	0.496	4.10	3.50	0.80
55	0.383	3.90	3.00	0.40
56	0.514	4.20	3.50	0.90
57	0.437	4.00	3.00	0.30
58	0.362	3.90	3.50	0.30
59	0.543	4.10	3.50	0.80
60	0.688	4.20	4.00	1.00
61	0.398	4.00	3.00	0.30
62	0.627	4.10	4.00	1.00
63	0.421	4.00	3.50	0.50
64	0.448	3.80	3.50	0.30
65	0.587	4.00	3.00	0.90
66	0.508	3.90	3.50	0.50
67	0.622	4.20	3.00	1.00
68	0.371	4.20	3.00	0.80
69	0.403	4.10	3.00	0.30
70	0.468	3.90	3.00	0.80
71	0.436	4.00	3.00	0.30
72	0.407	3.80	3.00	0.50
73	0.366	3.80	3.00	0.30

74	0.609	4.10	3.00	1.00
75	0.426	4.00	3.00	0.50
76	0.561	4.10	4.00	1.00
77	0.348	4.00	3.00	0.30
78	0.398	4.00	3.00	0.30
79	0.556	4.20	3.50	1.00
80	0.415	4.00	3.50	0.50
81	0.589	4.20	3.00	0.30
82	0.376	4.20	3.50	1.00
83	0.384	4.10	3.00	0.30
84	0.448	3.90	2.50	1.00
85	0.413	3.80	3.00	0.50
86	0.368	3.80	3.00	0.30
87	0.392	4.00	4.00	1.00
88	0.445	4.00	3.00	0.30
89	0.590	4.00	4.00	1.00
90	0.650	4.10	4.00	0.50
91	0.425	3.90	3.50	0.30
92	0.420	3.70	3.50	0.50
93	0.560	3.90	4.00	0.50
94	0.420	4.10	3.50	0.30
95	0.590	4.10	3.50	1.00
96	0.340	4.10	3.00	1.00
97	0.375	4.10	3.00	1.00
98	0.435	4.00	3.50	1.00
99	0.400	3.90	3.00	0.30
100	0.360	3.90	3.50	0.30
PROMEDIO	0.462	4.014	3.240	0.610

Tabla 18*Resumen de morfología de fibras de acero de longitud 4cm.*

Longitud media (cm)	4.014
Peso medio (g)	0.462
Masa volumétrica (g/cm³)	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.367
Esbeltéz (L/De)	29.361

Morfología de Fibras de Acero – 6cm:

Así mismo, se realizó el análisis de la morfología de 100 muestras de fibras de acero para una longitud de 6 cm, se presenta en la tabla 19.

El resumen de los valores promedio obtenidos se detalla en la tabla 20, donde se observa que, estas muestran una longitud de aproximadamente 6.057 cm, con un peso medio de 0.744 g por fibra. La masa volumétrica de las fibras se mantiene constante en 7.850 g/cm³. En términos de diámetro, se observa un valor equivalente de 1.412 mm, sugiriendo una forma relativamente delgada para las fibras. Sin embargo, la relación entre la longitud y el diámetro, expresada como esbeltez, muestra un valor de 42.893, indicando que las fibras tienden a ser más largas en comparación con su diámetro.

Tabla 19

Resultados de morfología de fibras de acero de longitud 6cm.

MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO - LONGITUD 6 CM				
N° Muestra	Masa (gr)	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1	0.677	5.50	3.50	0.50
2	0.565	6.00	3.00	0.30
3	0.719	6.10	3.50	0.50
4	0.974	6.00	4.00	1.00
5	0.643	6.10	3.00	0.30
6	0.678	6.10	3.50	0.30
7	0.662	6.10	3.00	0.50
8	0.729	5.80	3.50	0.60
9	0.743	5.80	3.50	0.80
10	0.884	6.10	3.50	0.70
11	0.528	6.10	3.00	0.50
12	0.887	6.50	3.50	0.80
13	0.697	6.20	3.00	0.50
14	1.050	5.70	4.00	1.00
15	0.790	6.10	3.00	0.70
16	0.597	6.20	3.00	0.50
17	0.774	6.30	3.50	0.80
18	0.751	5.90	3.50	0.50
19	0.905	6.10	4.00	1.00
20	0.563	6.50	3.00	0.50
21	0.483	5.50	3.00	0.50
22	0.654	6.20	3.50	0.80
23	0.998	6.00	3.65	0.50

24	0.577	6.04	3.10	0.50
25	0.801	6.15	3.40	0.50
26	0.774	6.13	3.05	0.50
27	0.624	6.30	3.20	0.30
28	0.573	6.15	3.15	0.50
29	0.679	5.90	3.15	0.60
30	0.754	6.01	3.32	0.80
31	0.572	6.21	3.38	0.70
32	0.812	6.07	3.35	0.80
33	0.871	6.25	3.60	0.80
34	0.638	6.14	3.25	0.50
35	0.593	6.01	3.25	0.50
36	1.032	5.95	3.25	0.80
37	0.950	6.05	3.60	0.50
38	0.727	5.85	3.30	1.00
39	0.696	5.88	3.20	0.30
40	0.875	6.10	3.25	0.80
41	1.096	5.80	3.80	1.00
42	0.628	6.15	3.60	0.50
43	0.584	6.05	3.40	0.50
44	0.765	5.90	3.50	0.50
45	1.017	6.20	3.85	0.80
46	0.961	6.12	3.35	0.50
47	0.843	6.05	3.55	0.50
48	0.987	5.80	4.00	1.00
49	0.723	6.15	3.30	0.80
50	0.556	6.10	3.00	0.50
51	0.829	6.15	3.40	0.80
52	0.773	6.20	3.55	0.80
53	0.619	6.01	3.18	0.50
54	0.930	6.00	3.50	1.00
55	0.752	6.30	3.40	0.50
56	0.628	6.05	3.85	0.30
57	0.680	6.00	3.85	0.50
58	0.695	6.20	3.50	0.70
59	0.869	6.05	3.20	0.30
60	0.512	6.10	3.60	0.30
61	1.070	6.10	3.45	1.00
62	0.993	5.90	3.55	0.50
63	0.844	6.20	3.50	0.70
64	0.538	6.00	3.85	0.70
65	0.948	6.00	3.25	0.70
66	0.803	6.10	3.60	0.50
67	0.591	5.80	3.40	0.70
68	0.737	6.10	3.50	0.30

69	0.915	6.00	3.95	1.00
70	0.587	6.25	3.25	0.50
71	0.928	6.20	3.55	0.80
72	0.698	6.10	3.55	0.50
73	0.663	6.20	3.50	0.30
74	0.981	5.95	3.55	0.80
75	0.683	6.20	3.50	0.50
76	0.786	6.20	3.25	0.70
77	0.529	6.00	3.00	0.50
78	0.632	6.05	3.00	0.50
79	0.749	6.10	3.20	0.30
80	0.879	6.20	3.50	0.70
81	0.836	6.20	3.00	0.80
82	0.890	6.05	3.10	0.30
83	0.641	5.95	3.00	0.50
84	0.605	6.00	3.00	0.50
85	0.885	6.05	3.50	0.80
86	0.611	6.00	3.25	0.50
87	0.930	6.10	3.55	1.00
88	0.690	5.95	3.50	0.50
89	0.528	6.10	3.00	0.50
90	0.787	6.00	3.50	0.80
91	0.560	6.00	3.00	0.30
92	0.700	6.10	3.50	0.50
93	0.615	6.00	3.50	1.00
94	0.643	6.10	3.00	0.30
95	0.578	6.10	3.00	0.50
96	0.552	6.10	3.00	0.50
97	0.729	5.80	3.25	0.80
98	0.713	5.80	3.50	0.80
99	0.650	6.10	3.50	0.80
100	0.780	6.10	3.00	0.80
PROMEDIO	0.744	6.057	3.374	0.615

Tabla 20*Resumen de morfología de fibras de acero de longitud 6cm.*

Longitud media (cm)	6.057
Peso medio (g)	0.744
Masa volumétrica (g/cm³)	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.412
Esbeltez (L/De)	42.893

Morfología de Fibras de Acero – 8cm:

Finalmente, se realizó el análisis de la morfología de 100 muestras de fibras de acero para una longitud de 8 cm, se presenta en la tabla 21.

El resumen de los valores promedio obtenidos se detalla en la tabla 22, donde se observa que, una longitud promedio de aproximadamente 7.937 cm, con un peso medio de 0.946 g por fibra. La masa volumétrica de las fibras se mantiene constante en 7.850 g/cm³. En términos de diámetro, se observa un valor equivalente de 1.391 mm, lo que sugiere una forma relativamente delgada para las fibras. Sin embargo, la relación entre la longitud y el diámetro, expresada como esbeltez, muestra un valor de 57.059, indicando que las fibras tienden a ser más largas en comparación con su diámetro.

Tabla 21

Resultados de morfología de fibras de acero de longitud 8cm.

MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO - LONGITUD 8 CM				
N° Muestra	Masa (gr)	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1	1.379	7.80	4.00	1.00
2	1.039	7.80	3.00	1.00
3	1.028	7.80	4.00	0.50
4	0.834	8.20	3.50	0.50
5	0.773	7.80	3.00	0.50
6	0.857	8.30	3.00	0.50
7	0.837	8.00	2.50	0.60
8	0.784	7.50	3.00	0.30
9	1.132	8.20	2.00	1.00
10	1.530	8.10	4.00	1.00
11	0.840	7.60	3.50	0.50
12	1.090	8.20	4.00	0.60
13	0.780	7.60	3.50	0.50
14	0.808	8.10	2.50	0.50
15	0.586	8.10	3.00	0.50
16	0.750	8.20	2.00	0.50
17	1.302	7.80	4.00	1.00
18	1.060	8.00	3.00	1.00
19	0.736	8.00	3.00	0.50
20	0.740	7.60	3.50	0.50
21	0.744	7.90	3.50	0.50
22	1.038	7.80	4.00	1.00
23	0.745	7.90	2.50	1.00

24	0.986	7.85	3.50	0.50
25	0.914	8.10	3.00	0.50
26	1.093	7.80	3.50	0.50
27	0.962	7.80	3.50	0.50
28	1.013	7.80	3.00	1.00
29	1.072	7.80	3.00	1.00
30	0.699	8.00	2.00	0.70
31	0.879	8.05	2.50	0.70
32	1.066	7.60	3.50	1.00
33	0.875	8.15	3.50	0.50
34	1.075	7.60	3.50	1.00
35	1.058	8.10	3.50	1.00
36	0.878	8.00	2.50	0.50
37	1.028	8.20	3.50	0.50
38	0.998	7.80	3.50	1.00
39	0.996	8.00	3.00	1.00
40	1.106	7.80	3.00	0.50
41	1.101	7.80	3.50	1.00
42	0.787	7.90	3.00	0.50
43	0.735	8.10	2.50	0.50
44	0.855	8.00	2.50	0.50
45	0.895	7.60	3.25	0.50
46	1.100	8.00	3.50	0.50
47	1.071	8.20	3.50	0.50
48	0.982	7.80	3.00	0.50
49	1.076	8.00	3.00	0.50
50	0.895	8.50	2.50	0.50
51	1.205	8.10	4.00	0.50
52	0.964	8.20	3.00	0.50
53	1.025	8.10	3.50	0.50
54	1.133	8.00	3.50	0.50
55	0.945	8.00	3.00	0.50
56	1.054	8.00	3.50	0.50
57	1.065	7.90	3.50	0.50
58	1.041	7.80	4.00	0.50
59	1.055	8.00	4.00	0.50
60	1.045	7.90	4.00	0.50
61	1.068	7.90	4.00	0.50
62	1.081	7.90	3.50	0.50
63	1.049	8.00	3.50	0.50
64	1.145	8.00	4.00	0.50
65	0.936	8.00	3.50	0.50
66	0.845	7.90	3.00	0.50
67	0.774	8.00	2.50	0.50
68	0.987	7.80	3.50	0.50

69	0.736	8.00	2.50	0.50
70	0.856	8.00	3.00	0.50
71	0.874	7.90	3.00	0.50
72	0.745	8.00	3.00	0.50
73	1.005	7.80	4.00	1.00
74	1.025	7.80	4.00	1.00
75	1.090	7.60	4.00	1.00
76	1.030	7.80	4.00	1.00
77	1.008	7.80	4.00	1.00
78	1.008	7.80	4.00	1.00
79	0.895	8.20	3.00	0.70
80	0.736	7.90	2.50	0.50
81	0.942	8.05	3.00	0.70
82	0.896	7.85	3.00	0.70
83	0.736	8.10	2.50	0.70
84	0.895	8.10	3.00	0.70
85	0.899	7.60	3.00	0.70
86	0.945	7.90	3.00	0.70
87	0.980	8.10	3.00	0.70
88	1.099	8.10	3.50	1.00
89	0.863	7.90	3.00	0.50
90	0.867	7.80	3.00	1.00
91	0.815	7.80	3.00	1.00
92	0.795	7.80	2.50	0.50
93	0.879	8.20	3.50	0.50
94	0.849	7.80	3.00	0.50
95	0.871	7.80	2.50	0.50
96	0.739	8.00	2.50	0.60
97	0.785	7.90	3.00	0.30
98	0.785	8.20	2.00	0.70
99	0.846	8.10	2.50	0.70
100	1.083	7.80	4.00	1.00
PROMEDIO	0.946	7.937	3.208	0.653

Tabla 22*Resumen de morfología de fibras de acero de longitud 8cm.*

Longitud media (cm)	7.937
Peso medio (g)	0.946
Masa volumétrica (g/cm³)	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.391
Esbeltez (L/De)	57.059

4.2. Ensayo de Asentamiento

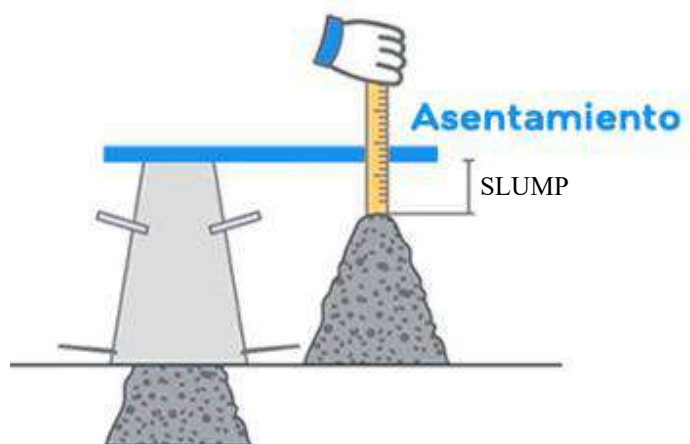
El asentamiento del concreto es un parámetro fundamental que refleja la capacidad del material para fluir y consolidarse adecuadamente durante su colocación en las obras de construcción. La medición del asentamiento proporciona información valiosa sobre la trabajabilidad y la cohesión del concreto.

a) Procesamiento o cálculo de Datos

El slump se determina con el cono de Abrams, llenando el cono con concreto en tres capas compactadas. Después de retirar el exceso, se levanta verticalmente el cono, midiendo la diferencia de altura entre su parte superior y la superficie del concreto colapsado. Esta medición, conocida como slump, indica la consistencia del concreto fresco. Para una visualización detallada, se hace referencia a la Figura 59, que muestra el proceso de medición del slump utilizando el cono de Abrams.

Figura 59

Gráfico del proceso de medición del slump para la consistencia.



c) Tablas y Gráficos

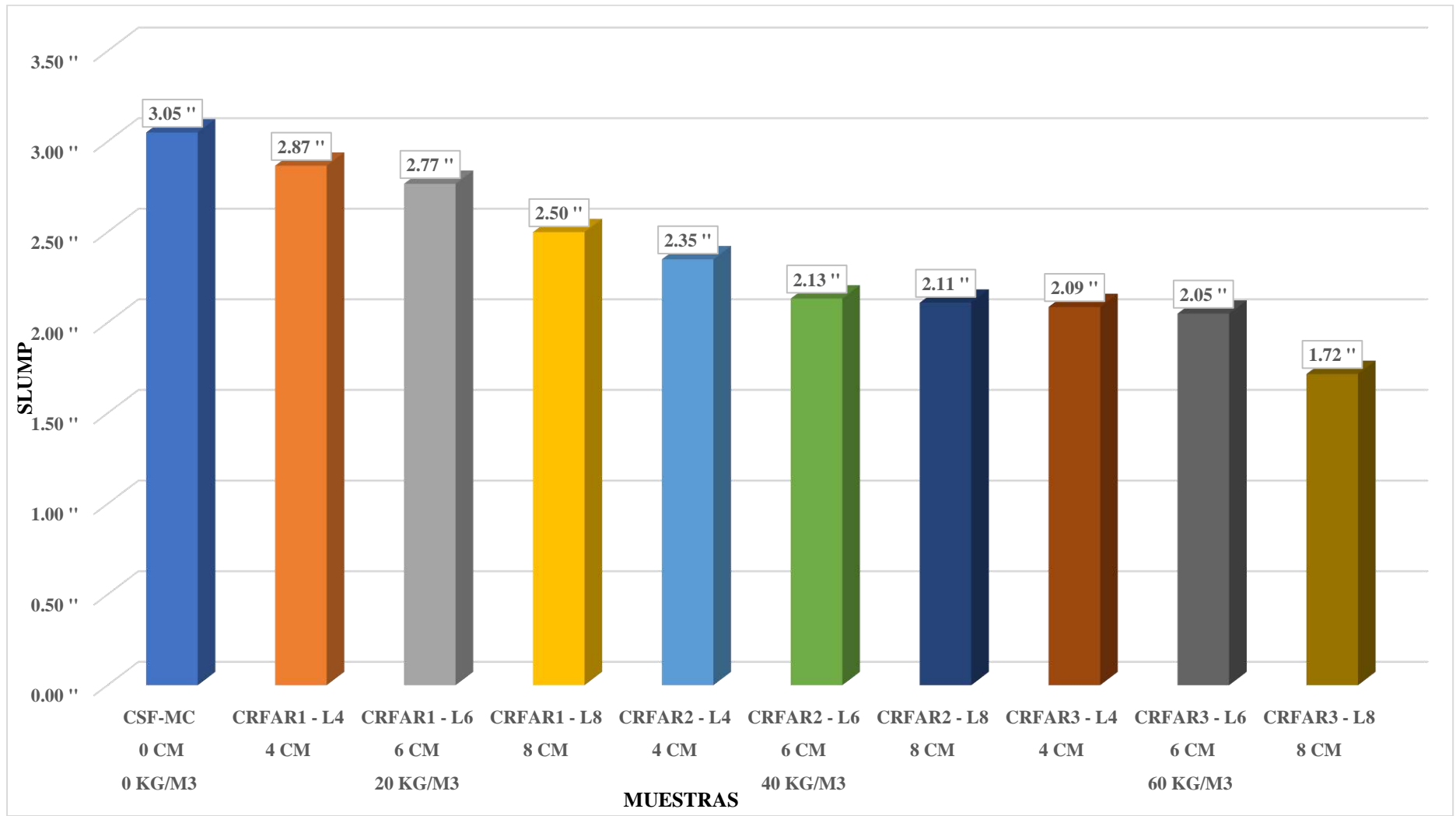
La Tabla 23 presentan detalladamente los resultados obtenidos en las pruebas de asentamiento sobre las mezclas de concreto con incorporación de fibras de acero reciclado de acuerdo a su longitud y proporción. Estas mediciones se llevaron a cabo siguiendo las normativas y estándares establecidos, permitiendo evaluar de manera precisa la capacidad del concreto modificado con fibras de acero para mantener su forma y consistencia durante la colocación.

Tabla 23

Resultados de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero.

INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	SLUMP DE DISEÑO (PULG)	ASENTAMIENTO / SLUMP (PULG)						MEDIA	% DISEÑO	% MUESTRA PATRÓN
SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD			COMPRESIÓN			FEXIÓN					
					MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3			
NO	0 KG/M3	0 CM	CSF-MC (PATRÓN)	3.00	3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%	100.00%
SI	20 KG/M3	4 CM	CRFAR1 - L4	3.00	2.95	2.80	2.85	2.95	2.80	2.85	2.87	95.56%	93.99%
SI	20 KG/M3	6 CM	CRFAR1 - L6	3.00	2.75	2.85	2.70	2.75	2.85	2.70	2.77	92.22%	90.71%
SI	20 KG/M3	8 CM	CRFAR1 - L8	3.00	2.55	2.50	2.45	2.55	2.50	2.45	2.50	83.33%	81.97%
SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2 - L4	3.00	2.20	2.50	2.35	2.20	2.50	2.35	2.35	78.33%	77.05%
SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2 - L6	3.00	2.10	2.13	2.17	2.10	2.13	2.17	2.13	71.11%	69.95%
SI	40 KG/M3	8 CM	CRFAR2 - L8	3.00	2.08	2.10	2.15	2.08	2.10	2.15	2.11	70.33%	69.18%
SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3 - L4	3.00	2.05	2.10	2.11	2.05	2.16	2.05	2.09	69.56%	68.42%
SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3 - L6	3.00	2.15	2.10	1.90	2.10	2.10	1.95	2.05	68.33%	67.21%
SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3 - L8	3.00	1.65	1.70	1.80	1.65	1.70	1.80	1.72	57.22%	56.28%

Figura 60
Gráfico de resultados de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero.



4.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión es una propiedad fundamental del concreto que influye directamente en su capacidad para soportar cargas verticales y resistir las fuerzas de compresión en estructuras de construcción. En este contexto, el presente estudio se enfoca en analizar en profundidad las propiedades físico-mecánicas del concreto con una resistencia nominal de $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$, incorporando fibras de acero reciclado.

a) Procesamiento o cálculo de Datos

Cálculo de Área bruta:

$$A_g (\text{cm}^2) = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

Donde:

D = Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

Resistencia a la Compresión:

$$R_C (\text{kg/cm}^2) = \frac{P_{\text{máx}}}{A_g}$$

Donde:

R_C = Resistencia a la compresión del área bruta (kg/cm²)

$P_{\text{máx}}$ = Carga máxima de compresión (kg)

A_g = Área bruta (cm²)

b) Tablas y Gráficos

La Tabla 24 y la Figura 61 presentan los resultados de resistencia a la compresión, los cuales ofrecen una visión completa de la respuesta del concreto frente a esfuerzos de compresión, considerando la influencia de las fibras de acero reciclado en la mejora de sus propiedades mecánicas. Se examinará la relación entre la cantidad y la longitud de fibras utilizadas y la resistencia a la compresión lograda, con el objetivo de identificar patrones y tendencias significativas.

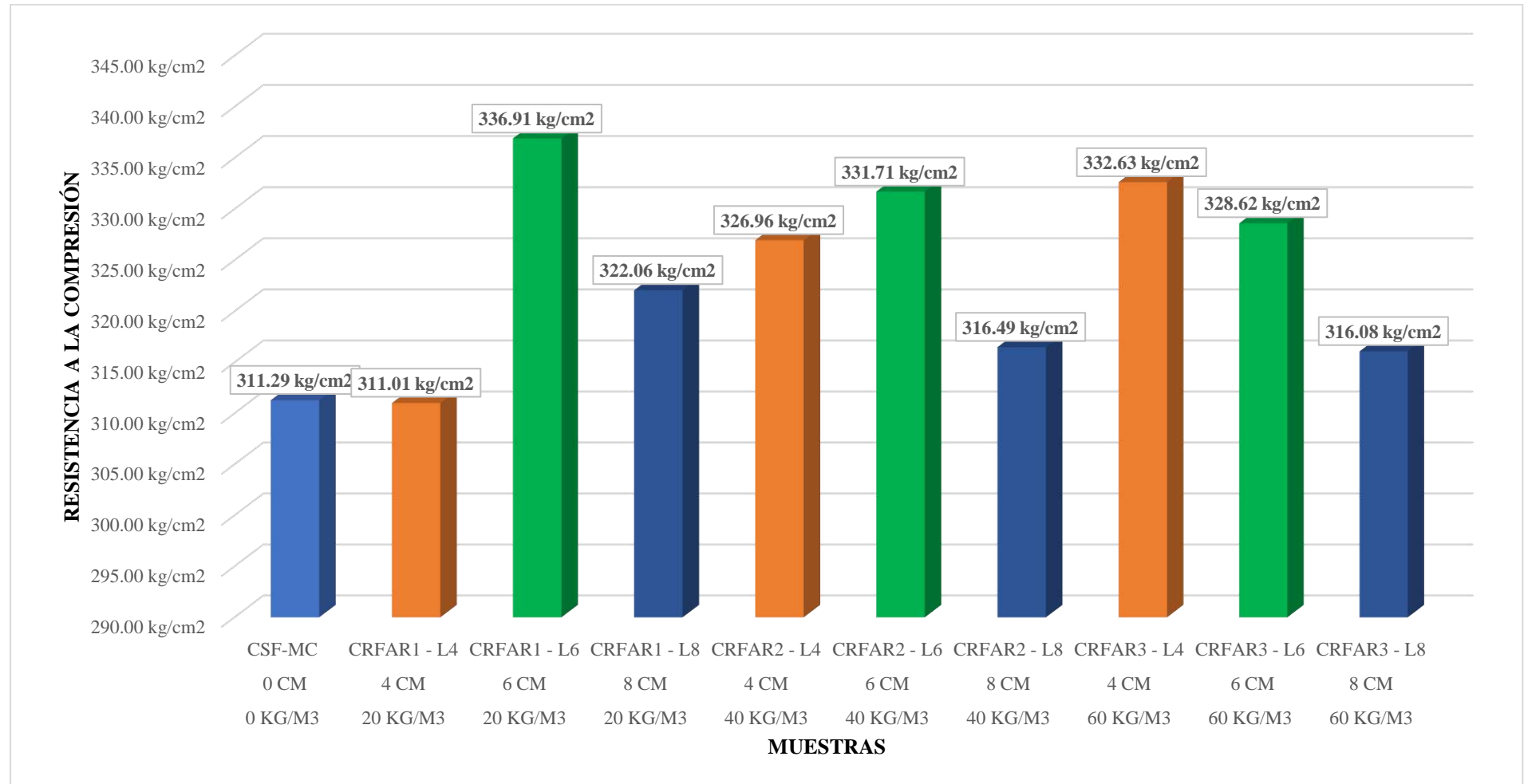
Tabla 24

Resultados de resistencia a la compresión de concreto con incorporación de fibra de acero.

INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	RESIST. DE DISEÑO (KG/CM2)	RESISTENCIA (KG/CM2)			MEDIA	% DISEÑO	% MUESTRA PATRÓN
SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD			COMPRESIÓN					
					MC1	MC2	MC3			
NO	0 KG/M3	0 CM	CSF-MC (PATRÓN)	294.00	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%	100.00%
SI	20 KG/M3	4 CM	CRFAR1 - L4	294.00	314.07	312.14	306.83	311.01	105.79%	99.91%
SI	20 KG/M3	6 CM	CRFAR1 - L6	294.00	337.42	334.57	338.75	336.91	114.60%	108.23%
SI	20 KG/M3	8 CM	CRFAR1 - L8	294.00	321.82	317.85	326.51	322.06	109.54%	103.46%
SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2 - L4	294.00	329.88	332.12	318.87	326.96	111.21%	105.03%
SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2 - L6	294.00	326.31	336.61	332.22	331.71	112.83%	106.56%
SI	40 KG/M3	8 CM	CRFAR2 - L8	294.00	315.91	309.48	324.07	316.49	107.65%	101.67%
SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3 - L4	294.00	332.84	326.00	339.06	332.63	113.14%	106.86%
SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3 - L6	294.00	331.71	317.74	336.40	328.62	111.77%	105.57%
SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3 - L8	294.00	315.09	314.07	319.07	316.08	107.51%	101.54%

Figura 61

Gráfico de resultados de resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero.



4.4. Ensayo de Resistencia a la Flexión

La resistencia a la flexión es una propiedad crítica del concreto que influye directamente en su capacidad para resistir fuerzas aplicadas en condiciones de carga flexionada. Este parámetro, también conocido como módulo de ruptura, juega un papel esencial en la evaluación de la capacidad estructural y el comportamiento mecánico del material.

La investigación se basa en la estimación del módulo de ruptura, un indicador clave de la capacidad del concreto para resistir fuerzas flexionadas. Se empleará la NTP 339.078 (ASTM C78), que establece un método de ensayo que consiste en la aplicación de cargas en los tercios de la luz, hasta que suceda la falla. El M_r (Módulo de ruptura) entonces será calculado según la ubicación de la falla, que puede ser dentro del tercio medio o una distancia de este no mayor al 5% de la luz libre de la viga. Este valor de M_r proporcionará una evaluación cuantitativa de la influencia de las fibras de acero reciclado en la resistencia a la flexión del concreto estudiado.

Adicionalmente, en la Norma Técnica Peruana E.060 Concreto Armado, se indica una fórmula para la obtención del Módulo de Rotura a partir de la resistencia a la compresión del concreto, pero esto no será usado, dado que solo es a falta de información experimental confiable.

a) Procesamiento o cálculo de Datos

Módulo de Rotura

Para fallas que ocurren dentro del tercio medio de la luz, según NTP 339.078 (ASTM C78), el Módulo de Rotura se calcula con la siguiente fórmula:

$$M_r \text{ (MPa)} = \frac{P_{\text{máx}} L}{BH^2}$$

Donde:

M_r = Módulo de Rotura (Mpa)

$P_{\text{máx}}$ = Carga máxima de rotura indicada en la máquina de ensayo (N)

L = Luz libre entre apoyos (mm)

B = Ancho promedio de la viga en sección de falla (mm)

H = Altura promedio de la viga en sección de falla (mm)

Así también, como se indicó, a falta de información experimental confiable, la Norma Técnica Peruana E.060 indica una fórmula para la obtención del Módulo de Rotura en función a la resistencia a la compresión, el cual se halla con la siguiente fórmula:

$$M_r \text{ (MPa)} = 0.62\lambda\sqrt{f'c}$$

Donde:

M_r = Módulo de Rotura (Mpa)

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Mpa)

λ = 1 (para concretos de peso normal)

b) Tablas y Gráficos

La Tabla 25 y Figura 62 presentan los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a la flexión. Se examinará la relación entre la cantidad y la longitud de fibras utilizadas y la resistencia a la flexión lograda, con el objetivo de identificar patrones y tendencias significativas.

Así mismo, en la Tabla 26 se muestra el cálculo del módulo de rotura según la Norma técnica E060 Concreto Armado. Este solo para ver y comparar la variación con respecto a los datos experimentales obtenidos en laboratorio. Luego, para esta tesis, solo se harán uso de los datos obtenidos a través del ensayo a la flexión indicada en la NTP 339.078, siendo estos resultados los indicados en la Tabla 25.

Tabla 25

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con incorporación de fibra de acero según NTP 339.078.

INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	RESIST. MÍNIMA (KG/CM2)	RESISTENCIA (KG/CM2)			MEDIA	% DISEÑO	% MUESTRA PATRÓN
SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD			FLEXIÓN					
					MP1	MP2	MP3			
NO	0 KG/M3	0 CM	CSF-MC	9.04	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%	100.00%
SI	20 KG/M3	4 CM	CRFAR1 - L4	9.04	50.55	48.27	50.00	49.61	548.66%	121.99%
SI	20 KG/M3	6 CM	CRFAR1 - L6	9.04	50.61	53.24	54.54	52.80	583.95%	129.84%
SI	20 KG/M3	8 CM	CRFAR1 - L8	9.04	45.44	46.78	45.53	45.92	507.85%	112.92%
SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2 - L4	9.04	49.66	49.75	46.23	48.55	536.94%	119.39%
SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2 - L6	9.04	48.32	51.77	54.05	51.38	568.28%	126.35%
SI	40 KG/M3	8 CM	CRFAR2 - L8	9.04	51.97	46.10	48.40	48.82	540.00%	120.07%
SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3 - L4	9.04	52.44	42.43	42.05	45.64	504.79%	112.24%
SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3 - L6	9.04	51.27	50.65	50.39	50.77	561.53%	124.85%
SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3 - L8	9.04	50.49	47.79	52.00	50.09	554.05%	123.19%

Figura 62

Gráfico de resultados de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero

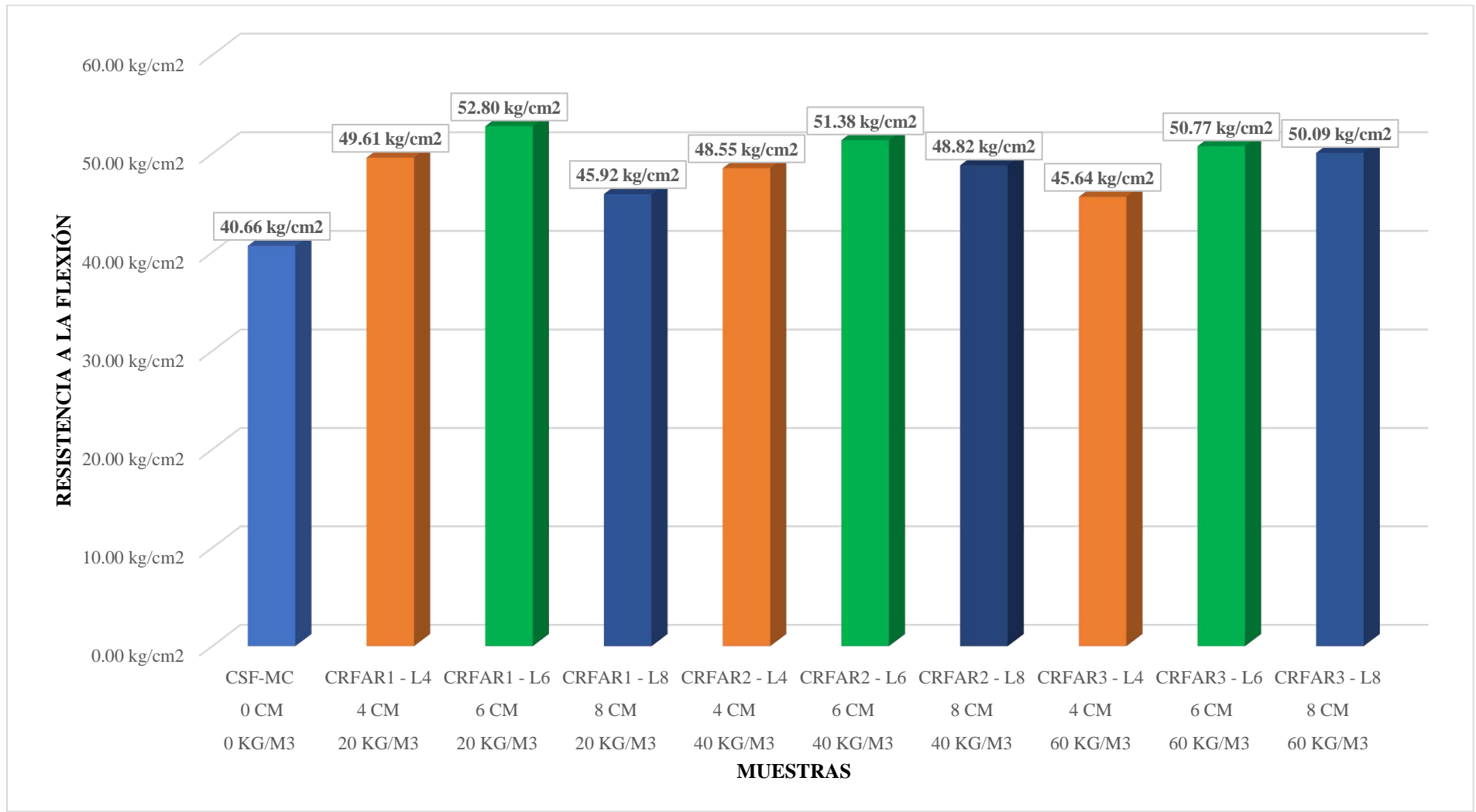


Tabla 26

Resultados de resistencia a la flexión de concreto según fórmula NTP E.060 Concreto Armado y comparación con la NTP 339.078.

INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (F'C)		MÓDULO DE ROTURA (MR) NTP E060		MÓDULO DE ROTURA (MR) NTP 339.078 (ASTM C78)	VARIACIÓN (KG/CM2)	% INC.
SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD		F'C MEDIA (kg/cm2)	F'C MEDIA (Mpa)	MR MEDIA (Mpa)	MR MEDIA (kg/cm2)			
NO	0 KG/M3	0 CM	CSF-MC (PATRÓN)	311.29	30.53	3.43	34.98	40.66	5.68	13.97%
SI	20 KG/M3	4 CM	CRFAR1 - L4	311.01	30.5	3.43	34.98	49.61	14.63	29.49%
SI	20 KG/M3	6 CM	CRFAR1 - L6	336.91	33.04	3.42	34.87	52.8	17.93	33.96%
SI	20 KG/M3	8 CM	CRFAR1 - L8	322.06	31.58	3.56	36.3	45.92	9.62	20.95%
SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2 - L4	326.96	32.06	3.48	35.49	48.55	13.06	26.90%
SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2 - L6	331.71	32.53	3.51	35.79	51.38	15.59	30.34%
SI	40 KG/M3	8 CM	CRFAR2 - L8	316.49	31.04	3.54	36.1	48.82	12.72	26.05%
SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3 - L4	332.63	32.62	3.45	35.18	45.64	10.46	22.92%
SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3 - L6	328.62	32.23	3.54	36.1	50.77	14.67	28.90%
SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3 - L8	316.08	31	3.52	35.89	50.09	14.2	28.35%

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Objetivo Específico 1

Caracterizar las fibras de acero reciclado en términos de morfología para la incorporación en el concreto $f_c=210$ kg/cm².

a) Comparación de Resultados

En la Tabla 26 se muestra las propiedades morfológicas de las fibras de acero para longitudes evaluadas en la investigación de 4cm, 6cm y 8cm. Es de importancia caracterizar las fibras de acero reciclado para evaluar su influencia en la obtención de propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm².

Tabla 26
Propiedades morfológicas de las fibras de acero reciclado

MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO	Longitud		
	4cm	6cm	8cm
Longitud media (cm)	4.014	6.057	7.937
Peso medio (g)	0.462	0.744	0.946
Masa volumétrica (g/cm ³)	7.850	7.850	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.367	1.412	1.391
Esbeltez (cm)	29.361	42.893	57.059

Para entender cómo estas propiedades morfológicas pueden influir en la resistencia a la compresión y flexión del concreto, es esencial definir cada una de ellas:

Longitud de la fibra:

Según MACAFERRI (2007), fibras más largas tienden a aumentar la resistencia a la tracción y la tenacidad del concreto, mejorando su capacidad para resistir cargas de flexión.

Diámetro de la fibra:

Según Gao et al. (2022), el diámetro de las fibras puede afectar significativamente la resistencia a la compresión del concreto al proporcionar refuerzo adicional y mejorar su capacidad para resistir la deformación bajo cargas de compresión.

Esbeltez de la fibra:

La esbeltez de las fibras de refuerzo influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto reforzado. Según estudios previos, fibras más esbeltas, caracterizadas por una mayor relación longitud-diámetro, tienden a mejorar la capacidad del concreto para resistir cargas de tracción y flexión (Liew y Akbar, 2020).

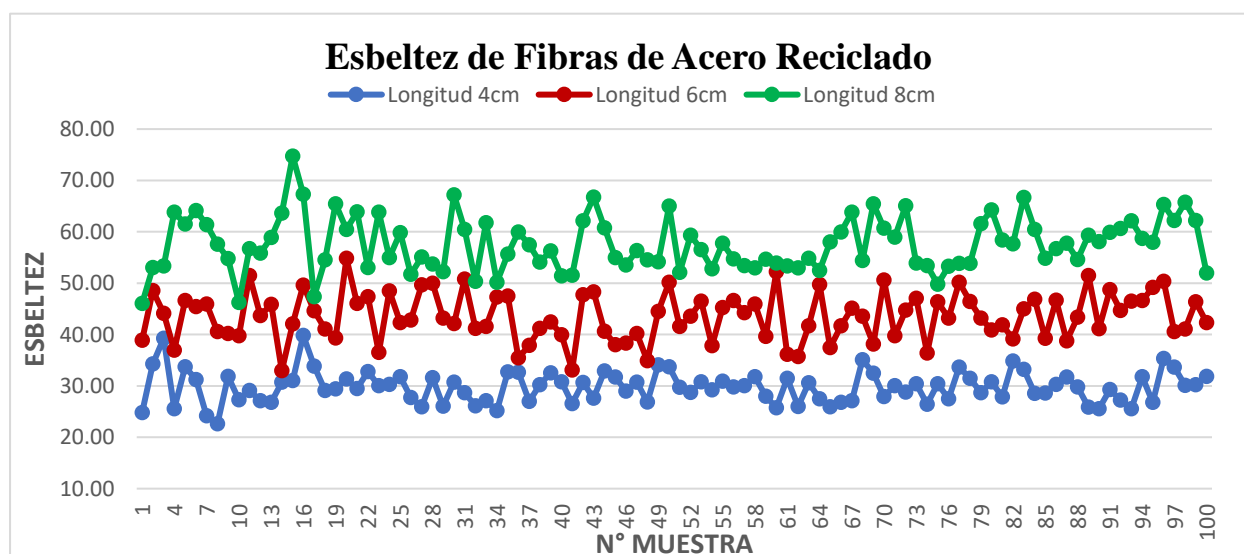
Adherencia fibra - concreto:

El mecanismo de adherencia entre la fibra y la matriz del concreto es crucial para mejorar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras. La longitud y el diámetro del empotramiento de la fibra influyen significativamente en esta adherencia. Tres mecanismos principales contribuyen a desarrollar esta adherencia: la adhesión química, que proporciona la unión inicial entre la fibra y la matriz; la fricción, que resiste el deslizamiento de la fibra; y el enganche mecánico, que se produce debido a las irregularidades en la superficie de la fibra y ayuda a mantenerla en su lugar (Mangat et al.,1984).

La Figura 63 ilustra la variación de la esbeltez en las 100 muestras evaluadas independientemente, considerando longitudes de 4, 6 y 8 cm. Se observa que la esbeltez aumenta a medida que la longitud de las fibras se incrementa. Por consiguiente, es fundamental lograr un equilibrio óptimo en la esbeltez de las fibras para mejorar tanto la resistencia como el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras.

Figura 63

Gráfico de esbeltez de fibra de acero reciclado



5.2. Objetivo Específico 2

Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, en la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm².

a) Comparación de Resultados

Con el objetivo de determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en la consistencia del concreto con una resistencia $f'c=210$ kg/cm², se analizó la relación entre la longitud y la dosificación de las fibras utilizadas con respecto a la consistencia de mezcla obtenida. Este análisis busca identificar patrones y tendencias tanto en la longitud como en la cantidad de fibras incorporadas. Este enfoque metodológico permitirá una evaluación precisa de cómo la variación en la longitud y la cantidad de fibras afecta la consistencia de la mezcla de concreto en estado fresco.

De acuerdo a su Longitud:

- **Longitud de 4cm**

La Tabla 27 muestra los resultados obtenidos de consistencia para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 4cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 64 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa una reducción de la consistencia al incrementar la proporción de fibras.

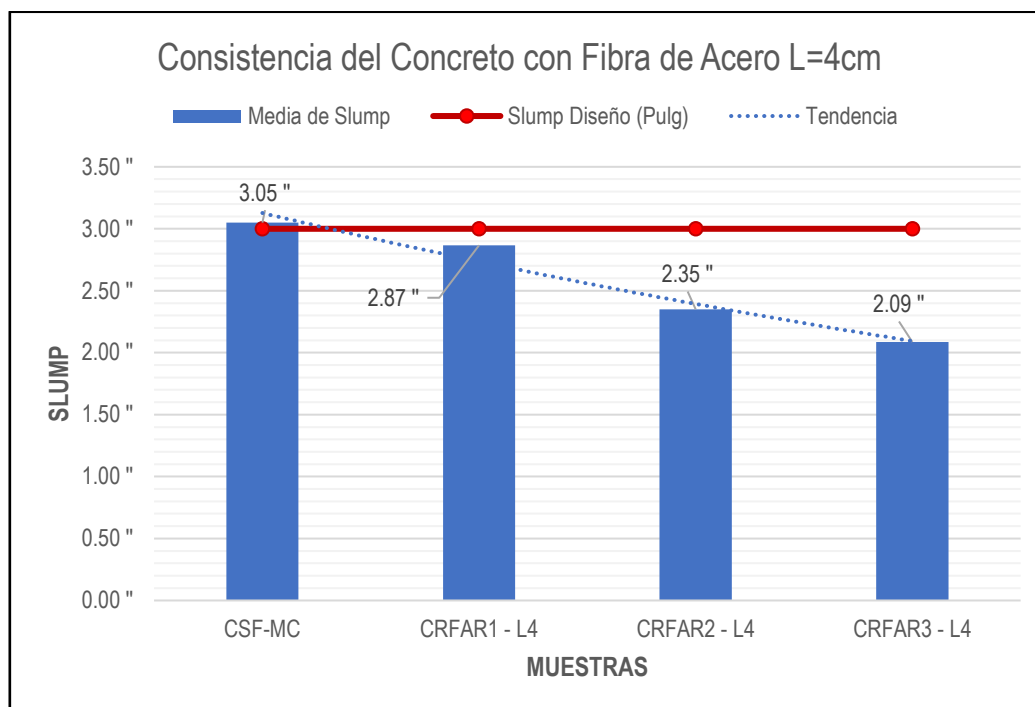
Tabla 27

Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.

Longitud		Slump Diseño (Pulg)	Asentamiento (Slump) - Pulg.						Media de Slump	% de Slump Promedio
4 cm			Compresión			Flexión				
Código	Proporción		MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
CSF-MC	0 KG/M3	3.00	3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%
CRFAR1 - L4	20 KG/M3	3.00	2.95	2.8	2.85	2.95	2.8	2.85	2.87	95.56%
CRFAR2 - L4	40 KG/M3	3.00	2.2	2.5	2.35	2.2	2.5	2.35	2.35	78.33%
CRFAR3 - L4	60 KG/M3	3.00	2.05	2.1	2.11	2.05	2.16	2.05	2.09	69.56%

Figura 64

Gráfico de datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.



- **Longitud de 6cm**

La Tabla 28 muestra los resultados obtenidos de consistencia para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 6cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 65 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa una reducción de la consistencia al incrementar la proporción de fibras.

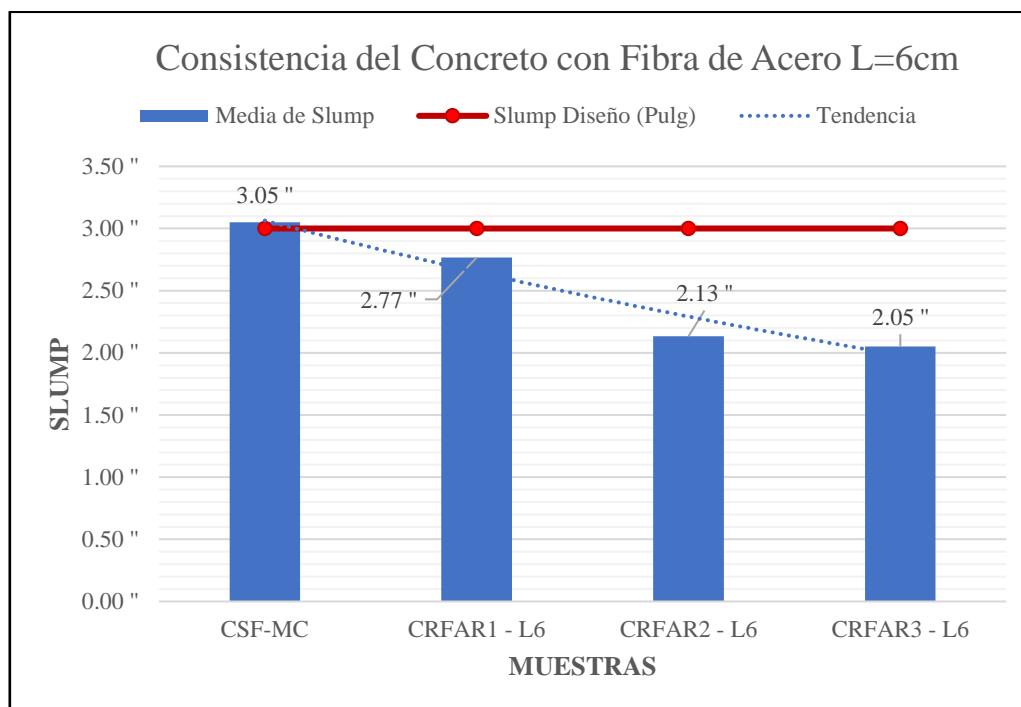
Tabla 28

Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.

Longitud		Asentamiento (Slump) - Pulg.						Media de Slump	% de Slump Promedio
6 cm		Compresión			Flexión				
Código	Proporción	MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
CSF-MC	0 KG/M3	3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%
CRFAR1 - L6	20 KG/M3	2.75	2.85	2.7	2.75	2.85	2.7	2.77	92.22%
CRFAR2 - L6	40 KG/M3	2.1	2.13	2.17	2.1	2.13	2.17	2.13	71.11%
CRFAR3 - L6	60 KG/M3	2.15	2.1	1.9	2.1	2.1	1.95	2.05	68.33%

Figura 65

Gráfico de datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.



- **Longitud de 8cm**

La Tabla 29 muestra los resultados obtenidos de consistencia para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 8cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 66 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa una reducción de la consistencia al incrementar la proporción de fibras.

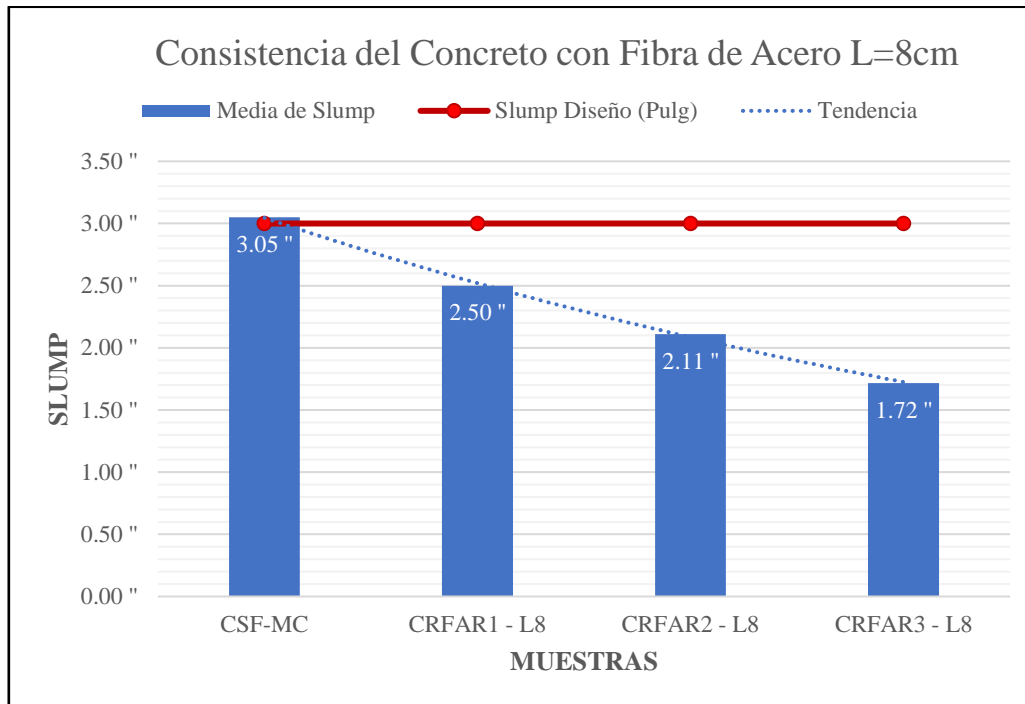
Tabla 29

Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.

Longitud		Asentamiento (Slump) - Pulg.						Media de Slump	% de Slump Promedio
8 cm		Compresión			Flexión				
Código	Proporción	MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
CSF-MC	0 KG/M3	3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%
CRFAR1 - L8	20 KG/M3	2.55	2.5	2.45	2.55	2.5	2.45	2.50	83.33%
CRFAR2 - L8	40 KG/M3	2.08	2.1	2.15	2.08	2.1	2.15	2.11	70.33%
CRFAR3 - L8	60 KG/M3	1.65	1.7	1.8	1.65	1.7	1.8	1.72	57.22%

Figura 66

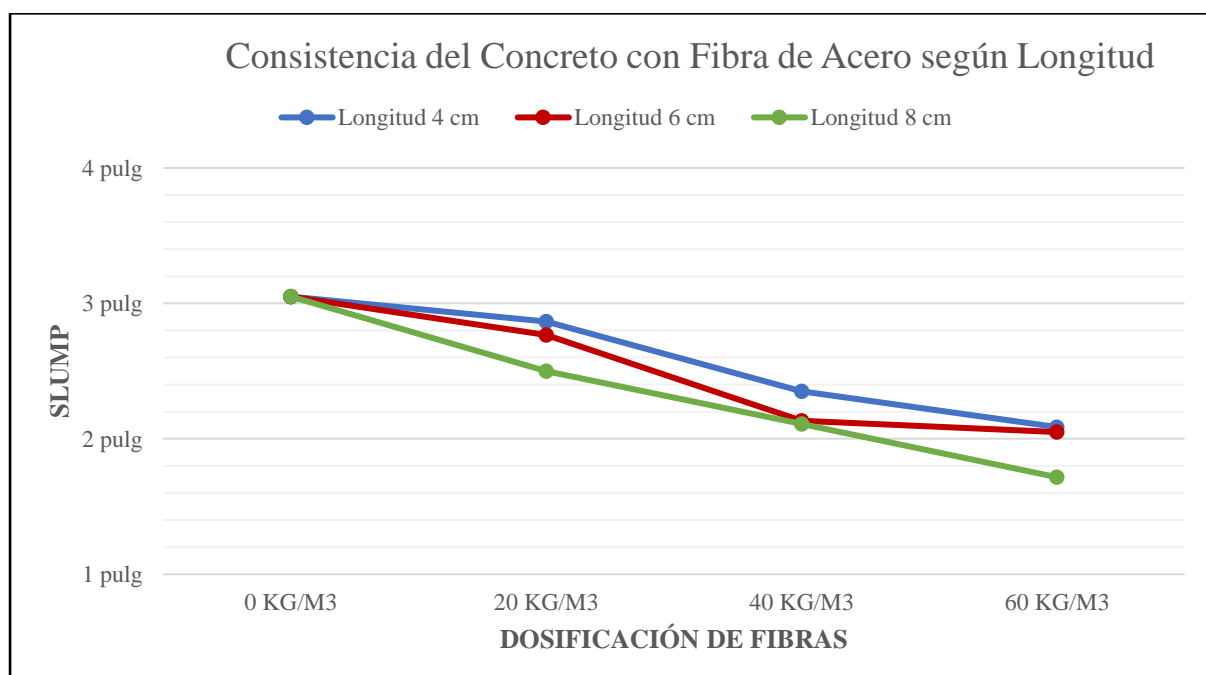
Gráfico de datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.



Comparación: Al comparar los resultados de consistencia del concreto para diferentes longitudes por dosificación, como se muestra en la Figura 67, se observa que la consistencia se reduce al aumentar la dosificación, obteniendo valores similares para las diferentes longitudes.

Figura 67

Gráfico comparativo de consistencia del concreto con inclusión de fibra según Longitud.



De acuerdo a su Dosificación:

• Dosificación de 20 kg/m³

La Tabla 30 muestra los resultados de consistencia del concreto para incorporaciones de 4, 6 y 8 cm de longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 20 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 68 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa una reducción de la consistencia al incrementar la longitud de fibras.

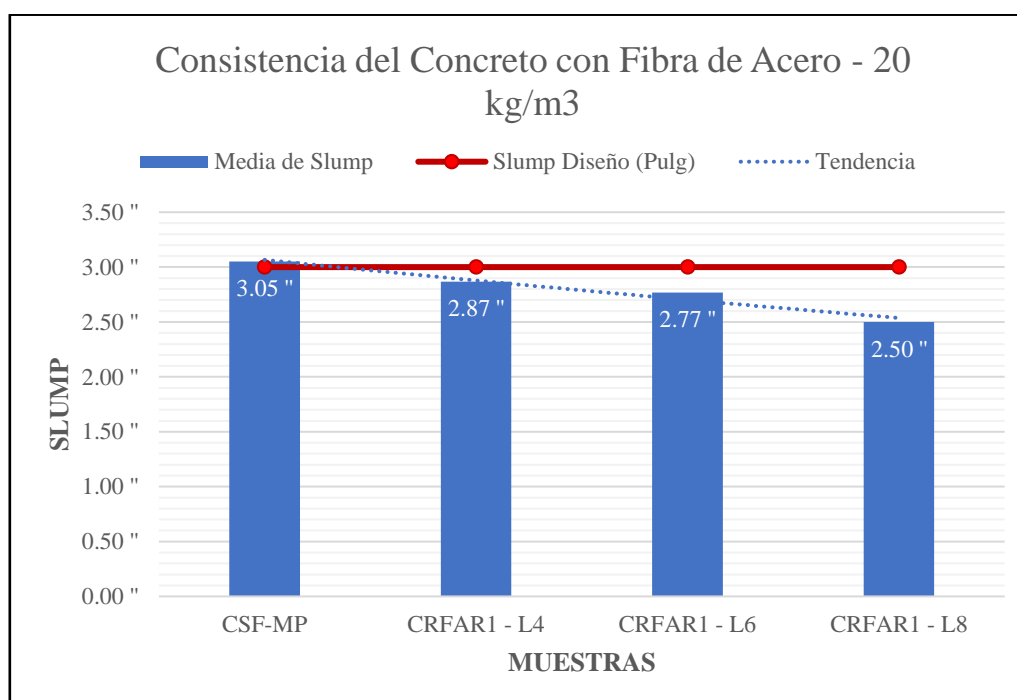
Tabla 30

Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m³.

Dosificación		Slump Diseño (Pulg)	Asentamiento (Slump) - Pulg.						Media de Slump	% de Slump Promedio
20 KG/M3			Compresión			Flexión				
Código	Longitud		MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
CSF-MP	CONTROL	3.00	3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%
CRFAR1 - L4	4 cm	3.00	2.95	2.8	2.85	2.95	2.8	2.85	2.87	95.56%
CRFAR1 - L6	6 cm	3.00	2.75	2.85	2.7	2.75	2.85	2.7	2.77	92.22%
CRFAR1 - L8	8 cm	3.00	2.55	2.5	2.45	2.55	2.5	2.45	2.50	83.33%

Figura 68

Gráfico de datos de consistencia del concreto con inclusión de fibra de acero – 20 kg/m³.



• Dosificación de 40 kg/m³

La Tabla 31 muestra los resultados de consistencia del concreto para incorporaciones de 4, 6 y 8 cm de longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 40 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 69 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa una reducción de la consistencia al incrementar la longitud de fibras.

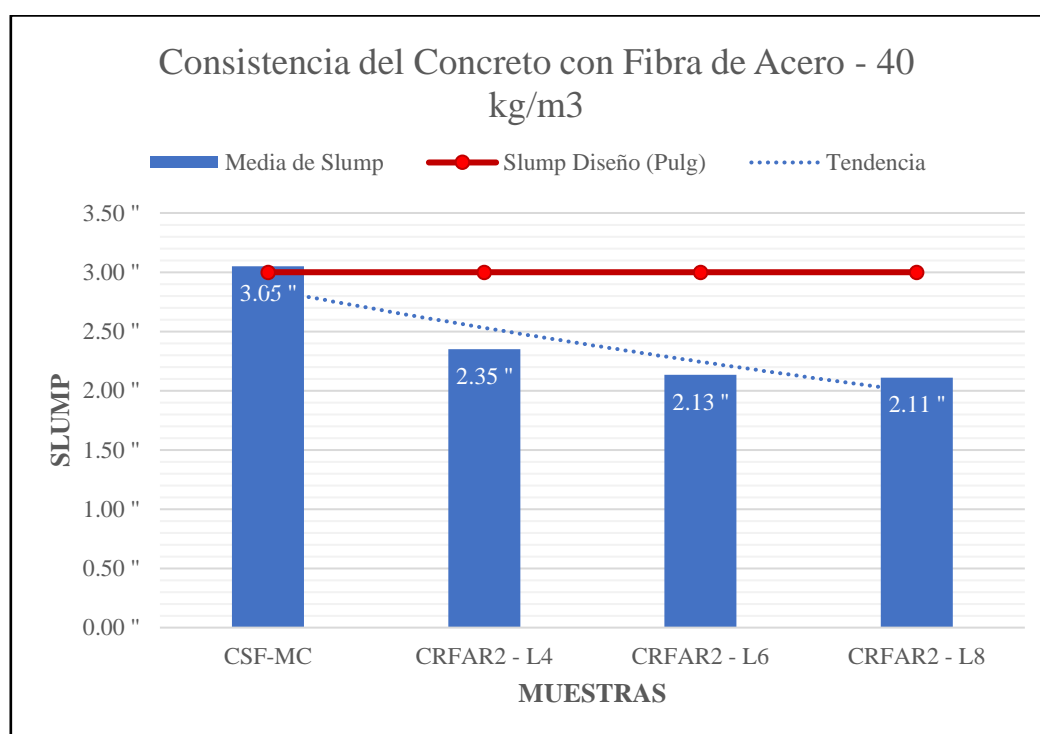
Tabla 31

Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m³.

Dosificación		Slump Diseño (Pulg)	Asentamiento (Slump) – Pulg.						Media de Slump	% de Slump Promedio
40 KG/M3			Compresión			Flexión				
Código	Longitud		MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
CSF-MC	CONTROL	3.00	3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%
CRFAR2 – L4	4 cm	3.00	2.2	2.5	2.35	2.2	2.5	2.35	2.35	78.33%
CRFAR2 – L6	6 cm	3.00	2.1	2.13	2.17	2.1	2.13	2.17	2.13	71.11%
CRFAR2 – L8	8 cm	3.00	2.08	2.1	2.15	2.08	2.1	2.15	2.11	70.33%

Figura 69

Gráfico de datos de consistencia del concreto con inclusión de fibra de acero – 40 kg/m³.



• Dosificación de 60 kg/m³

La Tabla 32 muestra los resultados de consistencia del concreto para incorporaciones de 4, 6 y 8 cm de longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 60 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 70 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa una reducción de la consistencia al incrementar la longitud de fibras.

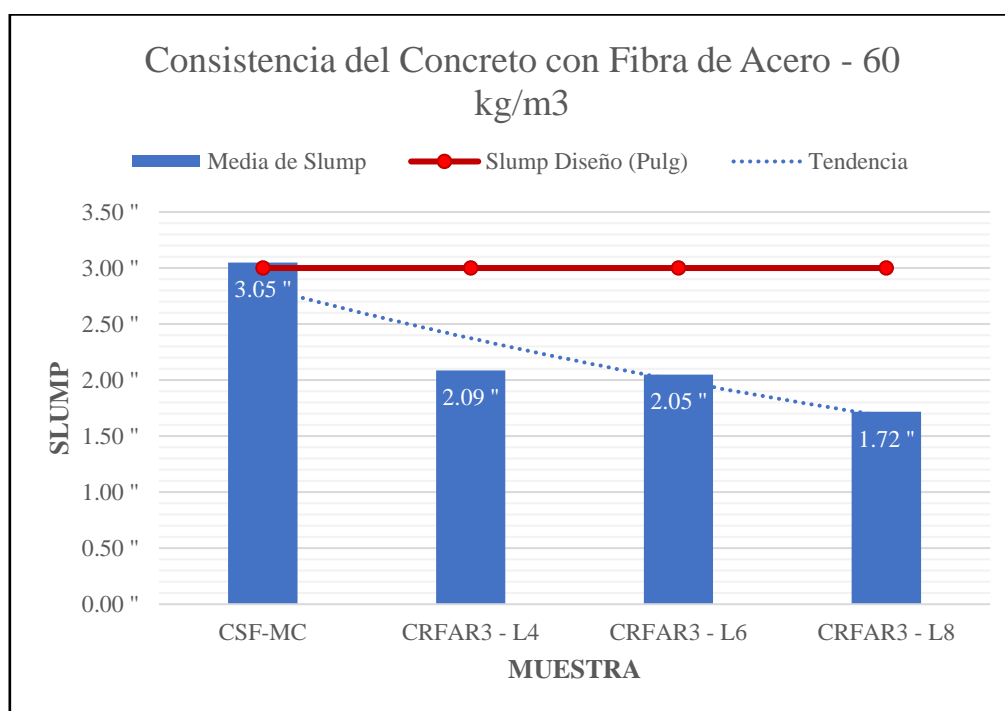
Tabla 32

Datos de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m³.

Dosificación		Slump Diseño (Pulg)	Asentamiento (Slump) - Pulg.						Media de Slump	% de Slump Promedio
60 KG/M3			Compresión			Flexión				
Código	Longitud		MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
CSF-MC	CONTROL		3.15	3.05	2.95	3.15	3.05	2.95	3.05	101.67%
CRFAR3 - L4	4 cm	3.00	2.05	2.1	2.11	2.05	2.16	2.05	2.09	69.56%
CRFAR3 - L6	6 cm		2.15	2.1	1.9	2.1	2.1	1.95	2.05	68.33%
CRFAR3 - L8	8 cm		1.65	1.7	1.8	1.65	1.7	1.8	1.72	57.22%

Figura 70

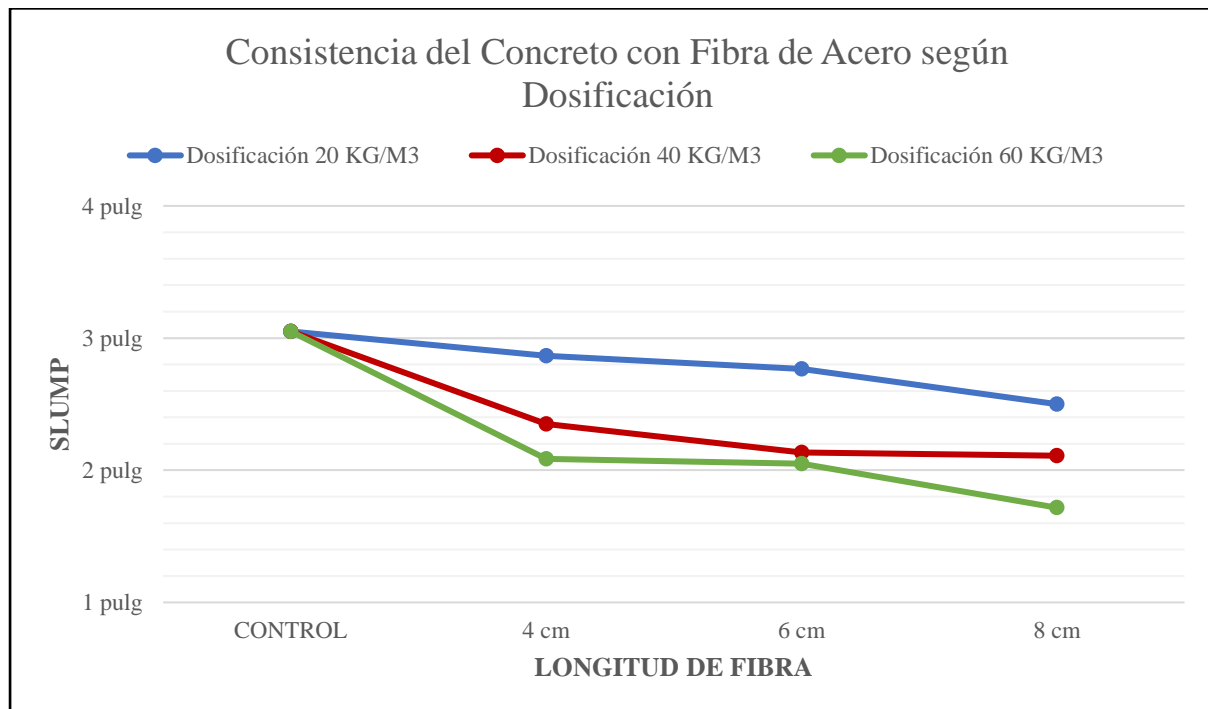
Gráfico de datos de consistencia del concreto con inclusión de fibra de acero – 60 kg/m³.



Comparación: Al comparar los resultados de la consistencia del concreto para las dosificaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ respecto a cada longitud, como se muestra en la Figura 71, se observa que la dosificación de 20 kg/m³ es la que presenta una menor reducción de la consistencia por incorporación de las fibras, teniendo una consistencia entre 2.5 a 3 pulgadas.

Figura 71

Gráfico comparativo de consistencia del concreto con incorporación de fibra de acero según dosificación.



Al comparar los resultados del ensayo de consistencia del concreto según la longitud y dosificación de fibras de acero reciclado incorporadas en un concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se observa que las muestras experimentales reducen la consistencia de concreto fresco al aumentar la longitud o proporción de las fibras de acero. En la que se puede destacar una dosificación de 20 kg/m³, debido a que la reducción de consistencia respecto a las 3 pulgadas de diseño es mínima respecto a las demás dosificaciones. Con respecto a la longitud, ninguna de las evaluadas sobresale frente a las demás.

Sin embargo, para determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas a la muestra control, es necesario realizar una evaluación estadística que indique la influencia de la incorporación de fibras de acero reciclado en la consistencia del concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

b) Hipótesis

Hipótesis Nula:

La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, no afecta la consistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ [$\mu_{mc} = \mu_{far}$]

Hipótesis Alterna:

La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, afecta la consistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ [$\mu_{mc} \neq \mu_{far}$]

c) Supuestos Estadísticos

Es necesario un análisis de los supuestos con el objetivo de elegir la prueba de hipótesis más adecuada. En la Tabla 33, se presentan de manera resumida los resultados de significancia correspondientes a la normalidad y homogeneidad de varianza de los supuestos evaluados, junto con la prueba de hipótesis que se debe realizar.

Tabla 33

Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de consistencia.

Muestras	Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk			Prueba de Homogeneidad de Varianza: Levene				Prueba de Hipótesis
	Est.	gl	Sig.	Est.	gl-1	gl-2	Sig.	
CSF-MP	0.853	6	0.167	Se basa en la media:				
CRFAR1-L4	0.823	6	0.093					
CRFAR1-L6	0.823	6	0.093					
CRFAR1-L8	0.853	6	0.167					
CRFAR2-L4	0.853	6	0.167					Games-Howell (Varianzas desiguales)
CRFAR2-L6	0.847	6	0.150	2.481	9	50	0.020	
CRFAR2-L8	0.804	6	0.064					
CRFAR3-L4	0.835	6	0.118					
CRFAR3-L6	0.823	6	0.094					
CRFAR3-L8	0.823	6	0.093					

Nota. Datos obtenidos del programa SPSS.

d) Prueba Games-Howell (Varianzas desiguales)

Debido a la desigualdad de varianzas en las muestras, se seleccionó la prueba de Games-Howell para el análisis de la media entre la muestra patrón y las muestras experimentales con incorporación de fibras de acero en dosificación y longitud.

Tabla 34

Prueba de Games-Howell para los datos de consistencia.

	(J) FibraAcero	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Games-Howell	CRFAR1-L4 CSF-MC	0.1833	0.046	0.052	-0.001	0.368
	CRFAR1-L6 CSF-MC	0.2833*	0.046	0.003	0.099	0.468
	CRFAR1-L8 CSF-MC	0.5500*	0.041	0.000	0.375	0.725
	CRFAR2-L4 CSF-MC	0.7000*	0.066	0.000	0.431	0.969
	CRFAR2-L6 CSF-MC	0.9167*	0.039	0.000	0.741	1.092
	CRFAR2-L8 CSF-MC	0.9400*	0.039	0.000	0.765	1.115
	CRFAR3-L4 CSF-MC	0.96333*	0.041	0.000	0.788	1.138
	CRFAR3-L6 CSF-MC	1.0000*	0.055	0.000	0.783	1.217
	CRFAR3-L8 CSF-MC	1.3333*	0.046	0.000	1.149	1.518

Nota. Datos obtenidos del programa SPSS.

e) Discusión de Comparación

La prueba Games-Howell se llevó a cabo para comparar la media de los datos del ensayo de consistencia entre la muestra control y las muestras experimentales. Los resultados indican una diferencia significativa, con un valor de $p < 0.05$ (5%) en todas las comparaciones, excepto con las muestras del grupo CRFAR1-L4, como se detalla en la Tabla 34. Esto proporciona evidencia para rechazar la hipótesis nula y respaldar la hipótesis alterna.

A partir de estos hallazgos, podemos concluir que **la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, afecta la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² reduciéndola, con excepción para las muestras de código CRFAR1-L4.**

5.3. Objetivo Específico 3

Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

a) Comparación de Resultados

Con el objetivo de determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia $f'_c=210$ kg/cm², se analizó la relación entre la longitud y la dosificación de las fibras utilizadas con respecto a la resistencia a la compresión obtenida. Este análisis busca identificar patrones y tendencias tanto en la longitud como en la cantidad de fibras incorporadas. Este enfoque metodológico permitirá una evaluación precisa de cómo la variación en la longitud y la cantidad de fibras afecta la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de compresión.

De acuerdo a su Longitud:

- Longitud de 4cm

La Tabla 35 muestra los resultados obtenidos de resistencia a la compresión para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 4cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 72 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la proporción de 60 kg/m³.

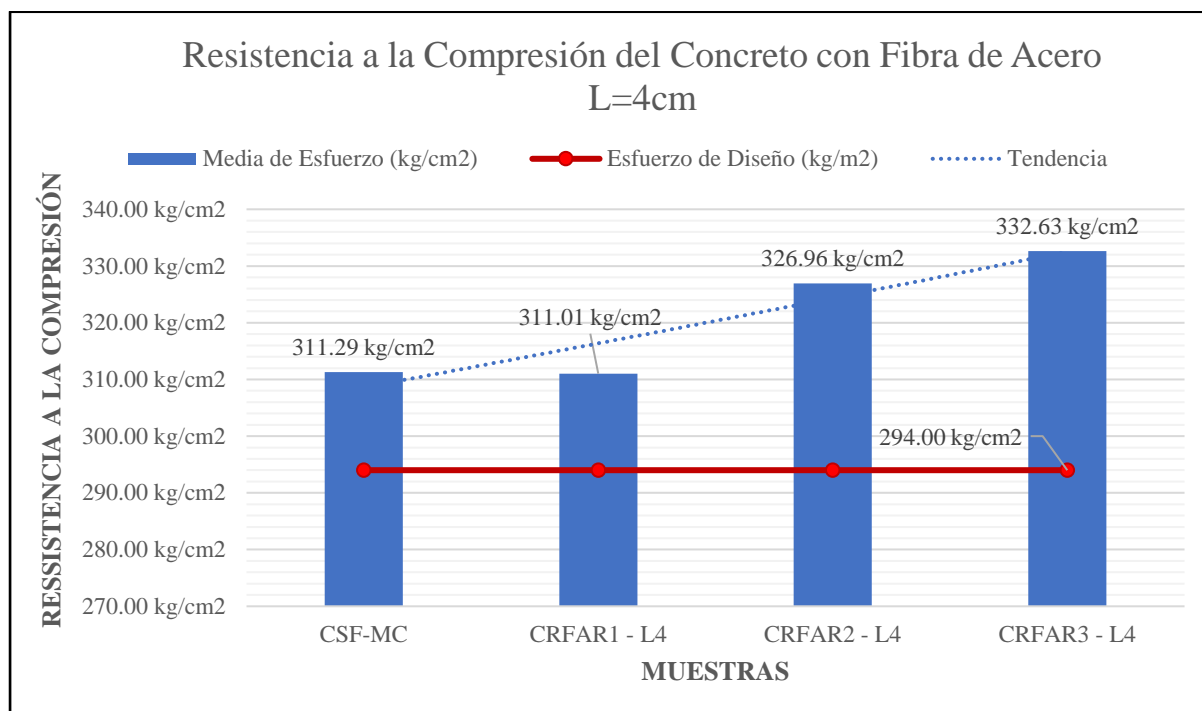
Tabla 35

Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.

Longitud		Esfuerzo de Diseño (kg/m ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
4 cm				Compresión				
Código	Proporción			M1	M2	M3		
CSF-MC	0 KG/M3	294.00	28	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%
CRFAR1 - L4	20 KG/M3	294.00	28	314.07	312.14	306.83	311.01	105.79%
CRFAR2 - L4	40 KG/M3	294.00	28	329.88	332.12	318.87	326.96	111.21%
CRFAR3 - L4	60 KG/M3	294.00	28	332.84	326.00	339.06	332.63	113.14%

Figura 72

Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.



- **Longitud de 6cm**

La Tabla 36 muestra los resultados obtenidos de resistencia a la compresión para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 6cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 73 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la proporción de 20 kg/m³.

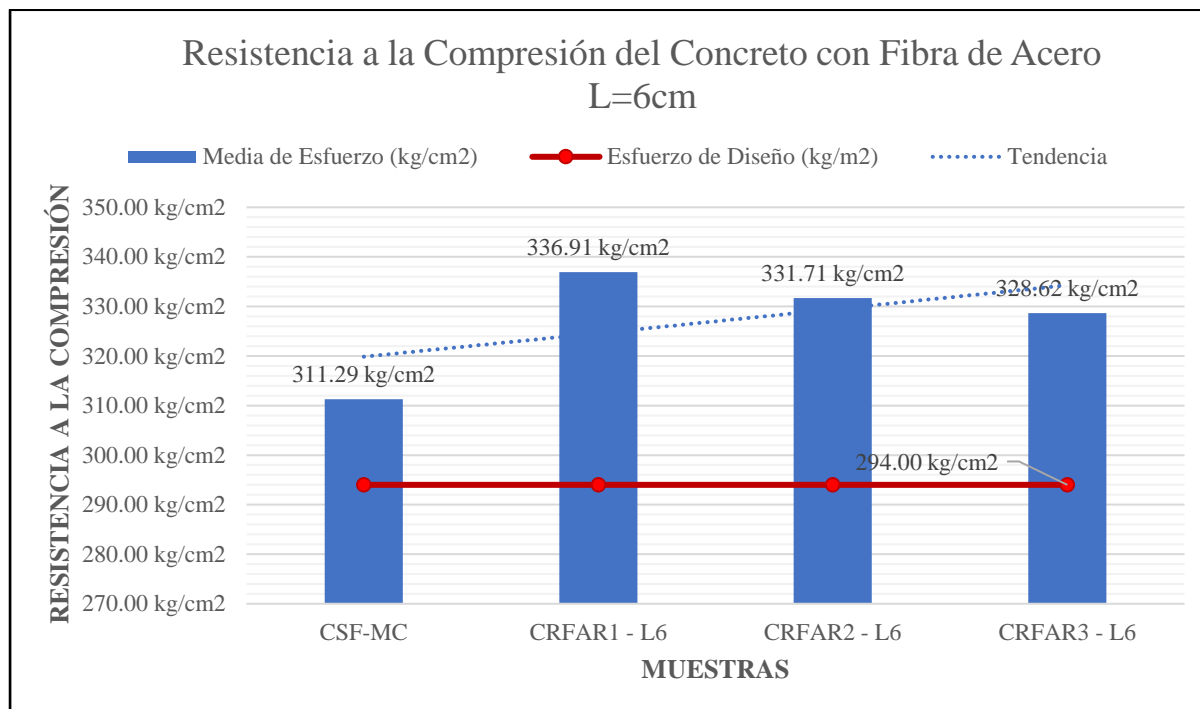
Tabla 36

Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.

Longitud		Esfuerzo de Diseño (kg/m ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
6 cm				Compresión				
Código	Proporción			M1	M2	M3		
CSF-MC	0 KG/M3	294.00	28	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%
CRFAR1 - L6	20 KG/M3	294.00	28	337.42	334.57	338.75	336.91	114.60%
CRFAR2 - L6	40 KG/M3	294.00	28	326.31	336.61	332.22	331.71	112.83%
CRFAR3 - L6	60 KG/M3	294.00	28	331.71	317.74	336.4	328.62	111.77%

Figura 73

Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.



- **Longitud de 8cm**

La Tabla 37 muestra los resultados obtenidos de resistencia a la compresión para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 8cm, además de la muestra patrón. Por otro lado, en la Figura 74 se observa cómo incrementa la resistencia de acuerdo a su proporción, destacándose mejores resultados para 20 kg/m³.

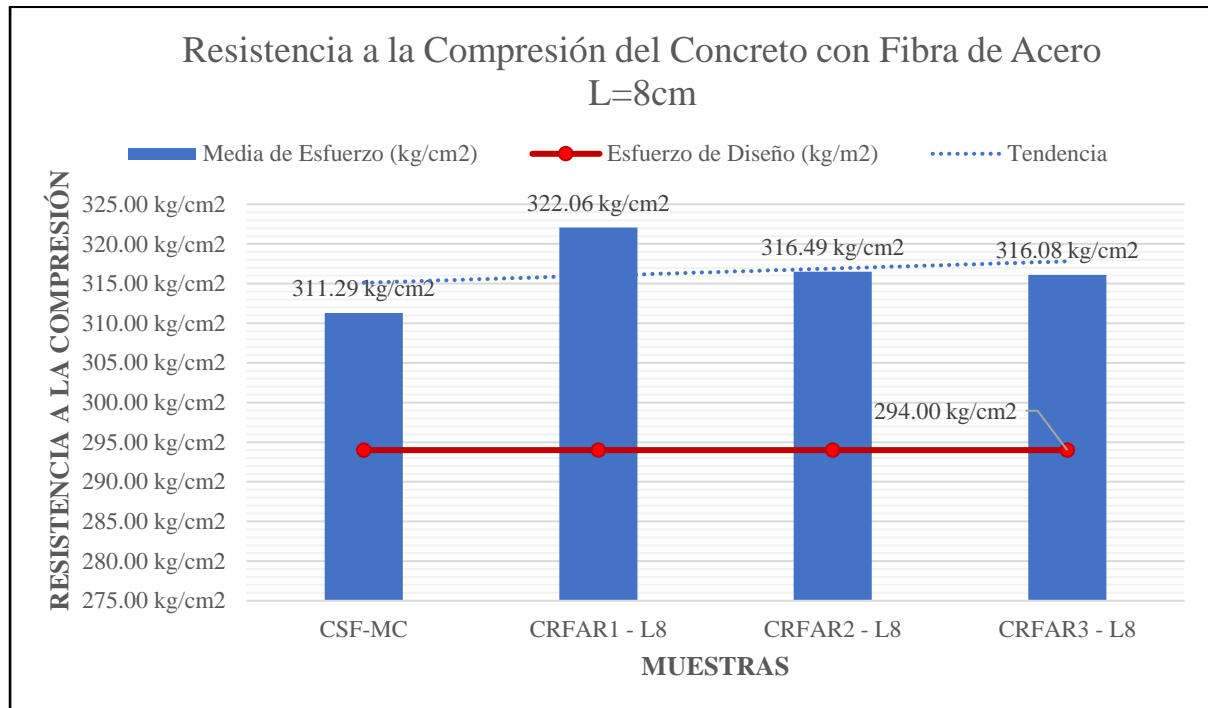
Tabla 37

Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.

Longitud		Esfuerzo de Diseño (kg/m ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
8 cm				Compresión				
Código	Proporción			M1	M2	M3		
CSF-MC	0 KG/M3	294.00	28	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%
CRFAR1 - L8	20 KG/M3	294.00	28	321.82	317.85	326.51	322.06	109.54%
CRFAR2 - L8	40 KG/M3	294.00	28	315.91	309.48	324.07	316.49	107.65%
CRFAR3 - L8	60 KG/M3	294.00	28	315.09	314.07	319.07	316.08	107.51%

Figura 74

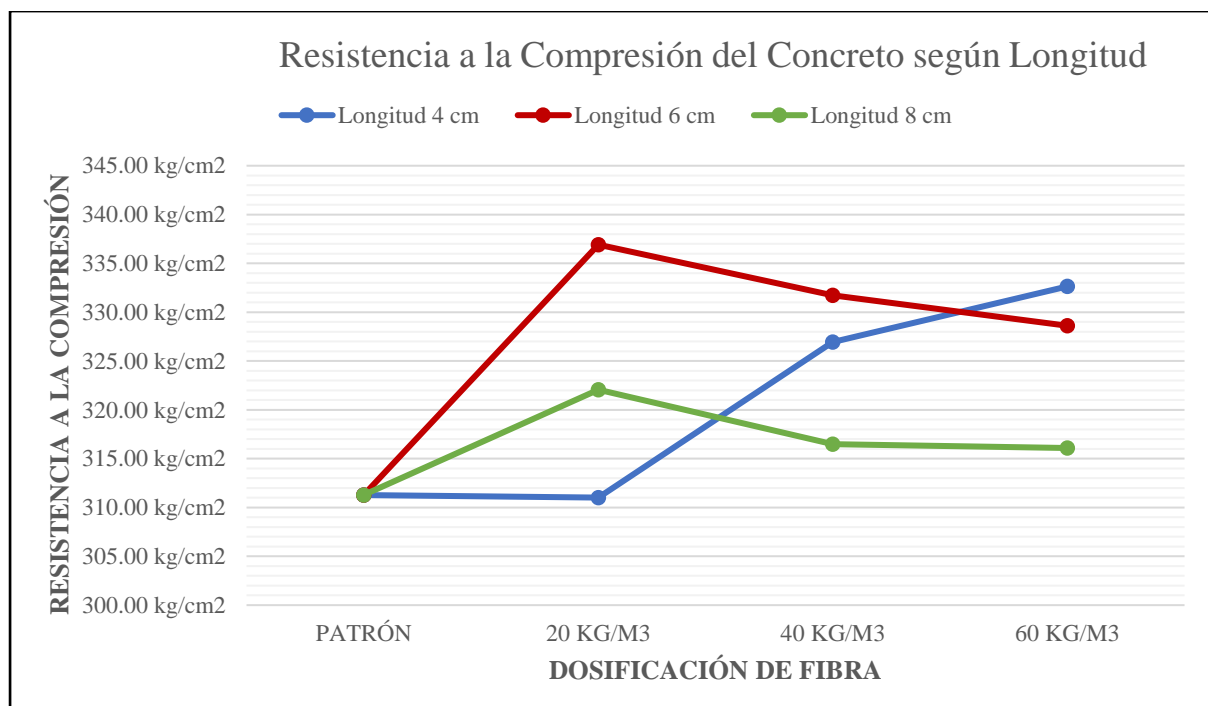
Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.



Comparación: Al comparar los resultados de resistencia a la compresión para diferentes longitudes por dosificación, como se muestra en la Figura 75, se observa que la longitud de 6 cm destaca en comparación con las de 4 y 8 cm, logrando mejores resultados.

Figura 75

Gráfico comparativo de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra según Longitud.



De acuerdo a su Dosificación:

- **Dosificación de 20 kg/m³**

La Tabla 38 muestra los resultados de resistencia a compresión para incorporaciones de 4, 6 y 8 cm de longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 20 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 76 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la longitud de 6 cm.

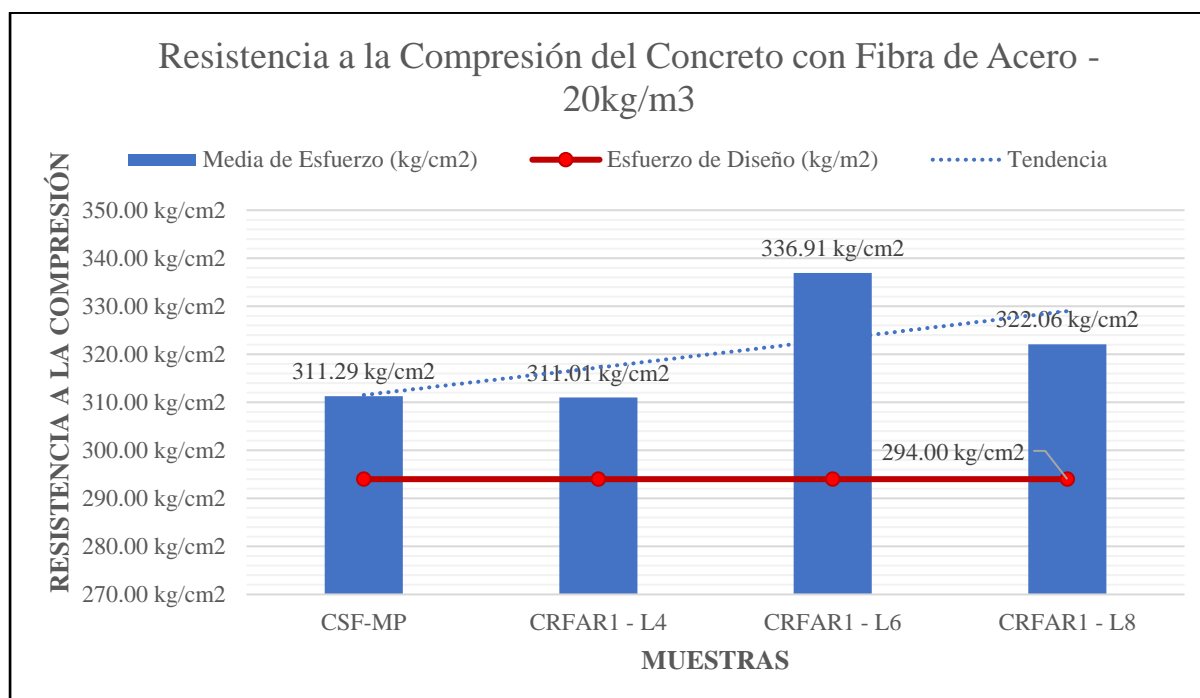
Tabla 38

Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m³.

Dosificación		Esfuerzo de Diseño (kg/m ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
20 KG/M3				Compresión				
Código	Longitud			M1	M2	M3		
CSF-MP	PATRÓN	294.00	28	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%
CRFAR1 - L4	4 cm	294.00	28	314.07	312.14	306.83	311.01	105.79%
CRFAR1 - L6	6 cm	294.00	28	337.42	334.57	338.75	336.91	114.60%
CRFAR1 - L8	8 cm	294.00	28	321.82	317.85	326.51	322.06	109.54%

Figura 76

Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra de acero – 20 kg/m³.



- **Dosificación de 40 kg/m³**

La Tabla 39 muestra los resultados de resistencia a compresión para incorporaciones de 4, 6 y 8 cm de longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 40 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 77 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la longitud de 6 cm.

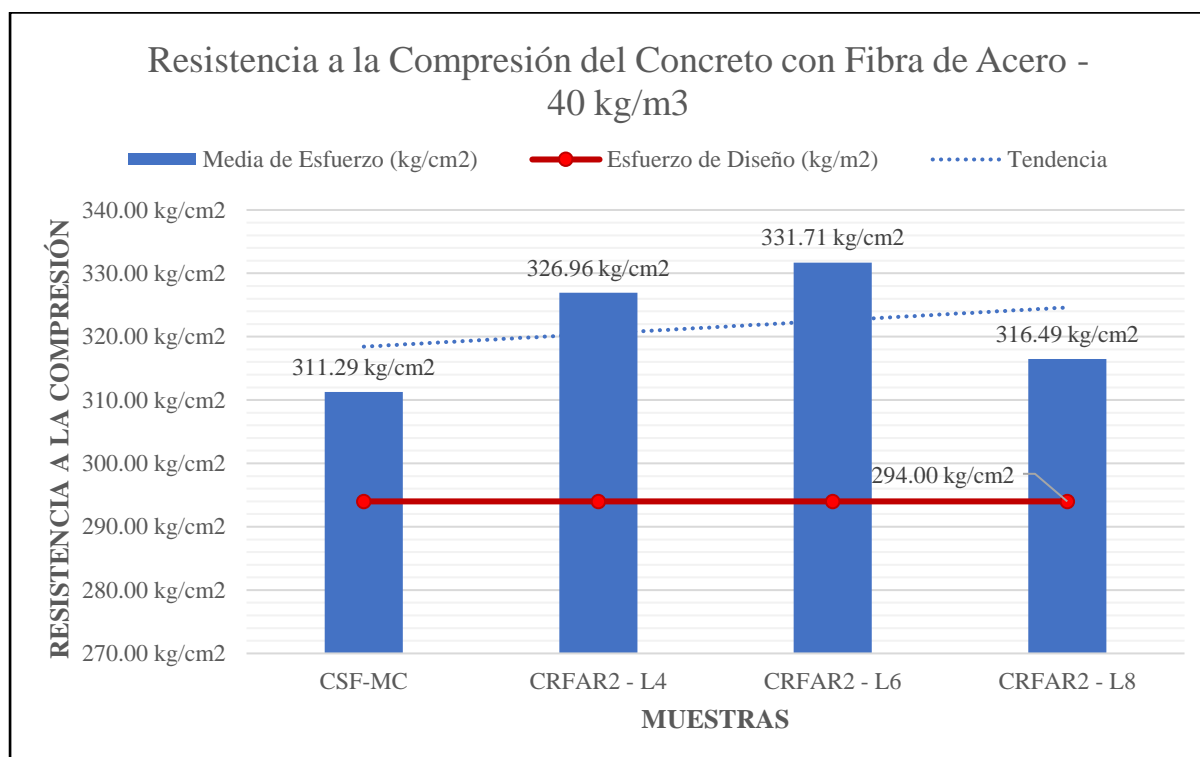
Tabla 39

Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m³.

Dosificación		Esfuerzo de Diseño (kg/m ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
40 KG/M3				Compresión				
Código	Longitud			M1	M2	M3		
CSF-MC	PATRÓN	294.00	28	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%
CRFAR2 - L4	4 cm	294.00	28	329.88	332.12	318.87	326.96	111.21%
CRFAR2 - L6	6 cm	294.00	28	326.31	336.61	332.22	331.71	112.83%
CRFAR2 - L8	8 cm	294.00	28	315.91	309.48	324.07	316.49	107.65%

Figura 77

Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra de acero – 40 kg/m³.



- **Dosificación de 60 kg/m³**

La Tabla 40 muestra los resultados de resistencia a compresión para incorporaciones de 4, 6 y 8 cm de longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 60 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 78 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la longitud de 4 cm.

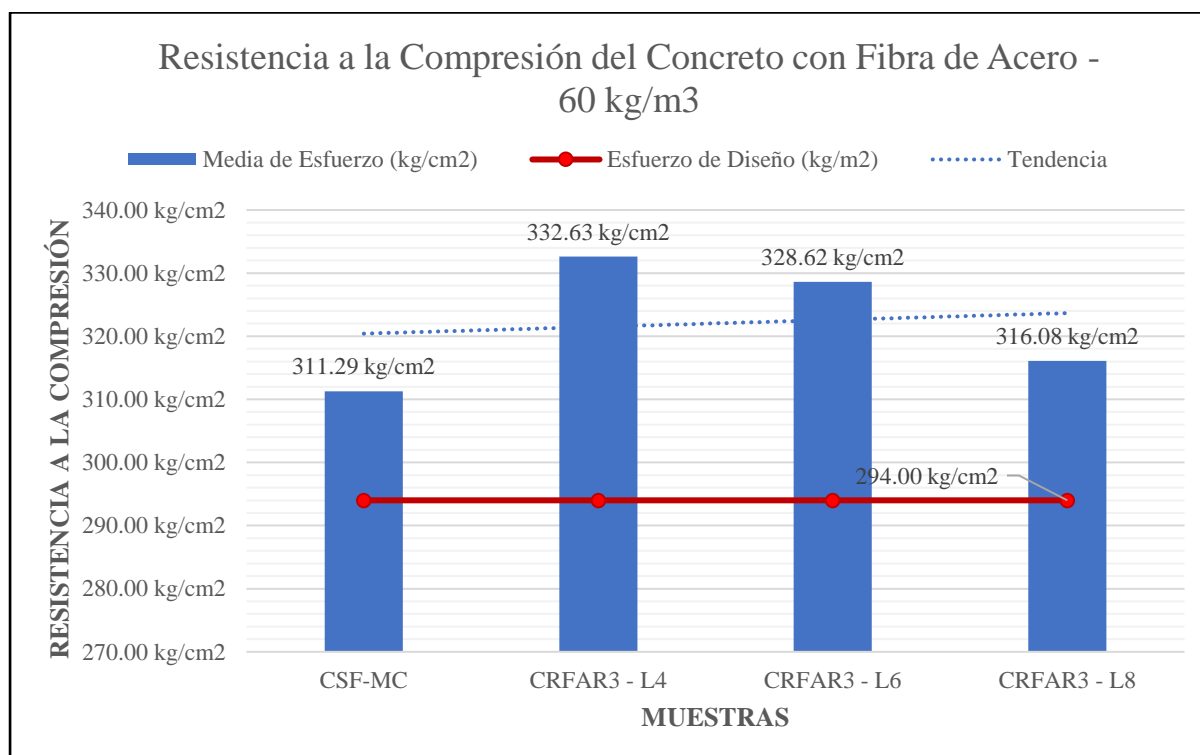
Tabla 40

Datos de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m³.

Dosificación		Esfuerzo de Diseño (kg/m ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
60 KG/M3				Compresión				
Código	Longitud			M1	M2	M3		
CSF-MC	PATRÓN	294.00	28	310.20	315.30	308.36	311.29	105.88%
CRFAR3 - L4	4 cm	294.00	28	332.84	326	339.06	332.63	113.14%
CRFAR3 - L6	6 cm	294.00	28	331.71	317.74	336.4	328.62	111.77%
CRFAR3 - L8	8 cm	294.00	28	315.09	314.07	319.07	316.08	107.51%

Figura 78

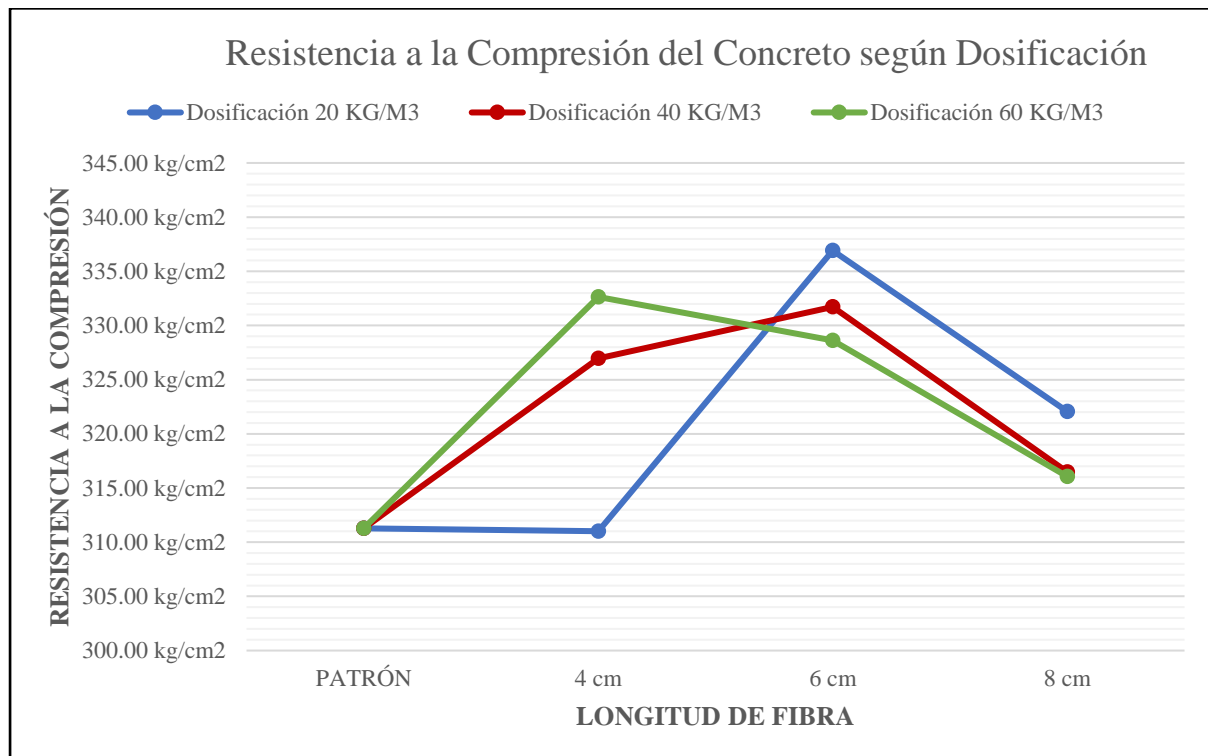
Gráfico de datos de resistencia a compresión del concreto con inclusión de fibra de acero – 60 kg/m³.



Comparación: Al comparar los resultados de resistencia a la compresión para las dosificaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ respecto a cada longitud, como en la Figura 79, se observa que la dosificación de 20 kg/m³ sobresale cuando se utilizan longitudes de 6 y 8 cm; sin embargo, al emplear una longitud de 4 cm, se destaca una dosificación de 60 kg/m³.

Figura 79

Gráfico comparativo de resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibra de acero según dosificación.



Al comparar los resultados de resistencia a la compresión según la longitud y dosificación de fibras de acero reciclado incorporadas en un concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se observa que las muestras experimentales superan los valores de la muestra de control. Se destaca especialmente una dosificación de 20 kg/m³ y una longitud de 6 cm de fibras de acero reciclado en el concreto.

Sin embargo, para determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas a la muestra control, es necesario realizar una evaluación estadística que indique la influencia de la incorporación de fibras de acero reciclado en la resistencia a la compresión del concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

b) Hipótesis

Hipótesis Nula:

La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, mejoran la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ [$\mu_{mc} < \mu_{far}$]

Hipótesis Alterna:

La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, no mejoran la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ [$\mu_{mc} = \mu_{far}$]

c) Supuestos Estadísticos

Es necesario un análisis de los supuestos con el objetivo de elegir la prueba de hipótesis más adecuada. En la Tabla 41, se presentan de manera resumida los resultados de significancia correspondientes a la normalidad y homogeneidad de varianza de los supuestos evaluados, junto con la prueba de hipótesis y la prueba ad-hoc que se debe realizar.

Tabla 41

Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de resistencia a la compresión.

Muestras	Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk			Prueba de Homogeneidad de Varianza: Levene				Prueba de Hipótesis	Prueba Ad-Hoc
	Est.	gl	Sig.	Est.	gl-1	gl-2	Sig.		
CSF-MC	0.931	3	0.494	Se basa en la media:					
CRFAR1-L4	0.932	3	0.497						
CRFAR1-L6	0.958	3	0.605						
CRFAR1-L8	0.998	3	0.908						
CRFAR2-L4	0.873	3	0.303						
CRFAR2-L6	0.993	3	0.838	1.321	9	20	0.287	Análisis de Varianza de un Factor (ANOVA)	Dunnett
CRFAR2-L8	0.995	3	0.869						
CRFAR3-L4	0.999	3	0.948						
CRFAR3-L6	0.924	3	0.466						
CRFAR3-L8	0.895	3	0.371						

Nota. Datos obtenidos del programa SPSS.

d) Prueba ANOVA

Según la prueba ANOVA llevado a cabo para los datos de resistencia a la compresión, se observa en la Tabla 42 una significancia $p < 0.05$ (5%). Esto sugiere que hay una diferencia significativa en al menos uno de los grupos evaluados. Por lo tanto, es imperativo realizar una prueba Ad-hoc para identificar las diferencias específicas entre los grupos.

Tabla 42

Prueba ANOVA para los datos de resistencia a la compresión.

PRUEBA ANOVA					
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2340.651	9	260.072	8.010	0.000
Dentro de grupos	649.391	20	32.470		
Total	2990.043	29			

Nota. Datos obtenidos del programa SPSS.

e) Prueba T de Dunnett

Los resultados de la prueba T de Dunnett, que compara las medias del grupo de control CSF-MC con las muestras experimentales que incorporan fibra de acero reciclada, considerando dosificación y longitud, se presentan en la Tabla 43.

Tabla 43

Prueba T de Dunnett para los datos de resistencia a la compresión.

	(J) FibraAcero	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T de Dunnett	CRFAR1-L4 CSF-MC	-0.27333	4.6526	1.000	-13.9812	13.4345
	CRFAR1-L6 CSF-MC	25.62667*	4.6526	0.000	11.9188	39.3345
	CRFAR1-L8 CSF-MC	10.77333	4.6526	0.170	-2.9345	24.4812
	CRFAR2-L4 CSF-MC	15.67000*	4.6526	0.020	1.9622	29.3778
	CRFAR2-L6 CSF-MC	20.42667*	4.6526	0.002	6.7188	34.1345
	CRFAR2-L8 CSF-MC	5.20000	4.6526	0.839	-8.5078	18.9078
	CRFAR3-L4 CSF-MC	21.34667*	4.6526	0.001	7.6388	35.0545
	CRFAR3-L6 CSF-MC	17.33000*	4.6526	0.009	3.6222	31.0378
	CRFAR3-L8 CSF-MC	4.79000	4.6526	0.886	-8.9178	18.4978

f) **Discusión de Comparación**

Los resultados de la prueba T-Dunnett señalan una diferencia significativa en los datos de resistencia a la compresión entre la muestra estándar CSF-MC y las muestras experimentales CRFAR1-L6, CRFAR2-L4, CRFAR2-L6, CRFAR3-L4 y CRFAR3-L6, con una significancia p menor a 0.05. En los demás casos, no se observa una diferencia significativa con la muestra estándar. Esto respalda la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la hipótesis alterna para las muestras especificadas.

A partir de estos hallazgos, podemos concluir que **la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, mejoran la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en los casos de las muestras CRFAR1-L6, CRFAR2-L4, CRFAR2-L6, CRFAR3-L4 y CRFAR3-L6.**

5.4. Objetivo Específico 4

Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

a) Comparación de Resultados

Con el objetivo de determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en la resistencia a la flexión del concreto con una resistencia nominal de $f'_c=210$ kg/cm², se analizó la relación entre la longitud y la dosificación de las fibras utilizadas con respecto a la resistencia a la flexión obtenida. Este análisis busca identificar patrones y tendencias tanto en la longitud como en la cantidad de fibras incorporadas. Este enfoque metodológico permitirá una evaluación precisa de cómo la variación en la longitud y la cantidad de fibras afecta la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de flexión.

De acuerdo a su Longitud:

- Longitud de 4cm

La Tabla 44 muestra los resultados obtenidos de resistencia a flexión para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 4cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 80 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la proporción de 20 kg/m³.

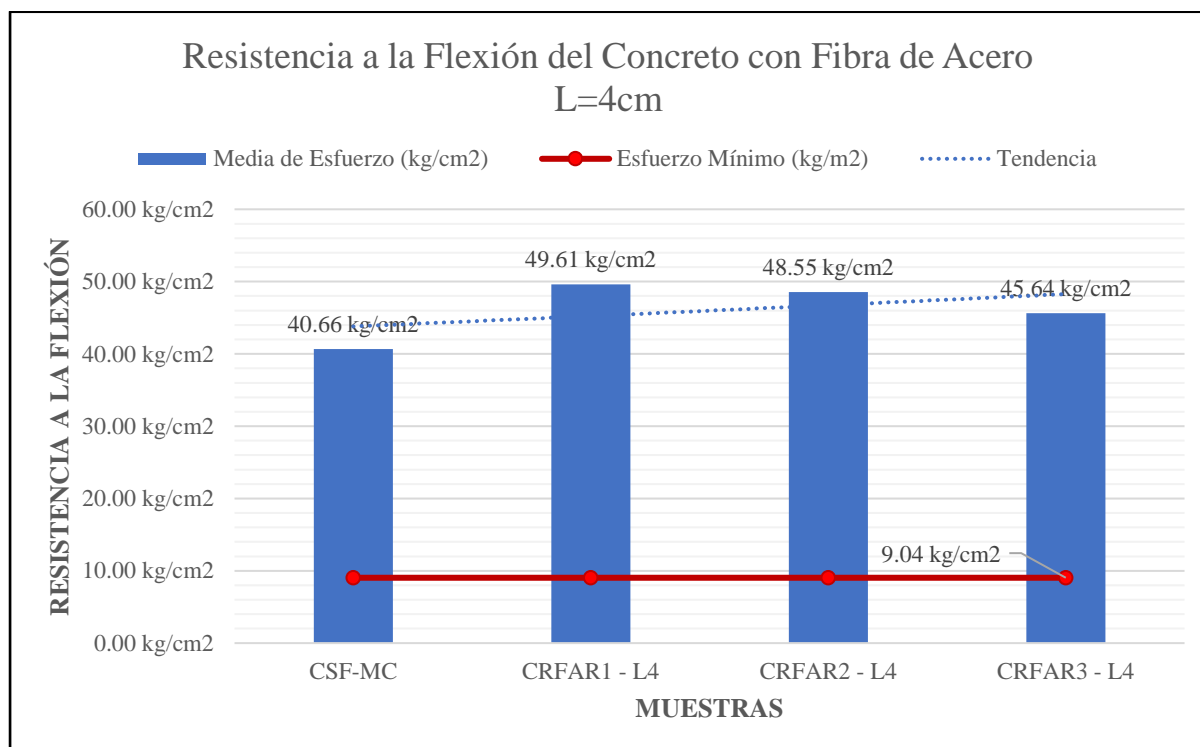
Tabla 44

Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.

Longitud		Esfuerzo Mínimo (kg/cm ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo Flexión (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
4 cm				Flexión				
Código	Proporción			M1	M2	M3		
CSF-MP	PATRÓN	9.04	28	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%
CRFAR1 - L4	20 KG/M3	9.04	28	50.55	48.27	50	49.61	548.66%
CRFAR2 - L4	40 KG/M3	9.04	28	49.66	49.75	46.23	48.55	536.94%
CRFAR3 - L4	60 KG/M3	9.04	28	52.44	42.43	42.05	45.64	504.79%

Figura 80

Gráfico de datos de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 4cm.



- **Longitud de 6cm**

La Tabla 45 muestra los resultados obtenidos de resistencia a flexión para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 6cm, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 81 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la proporción de 20 kg/m³.

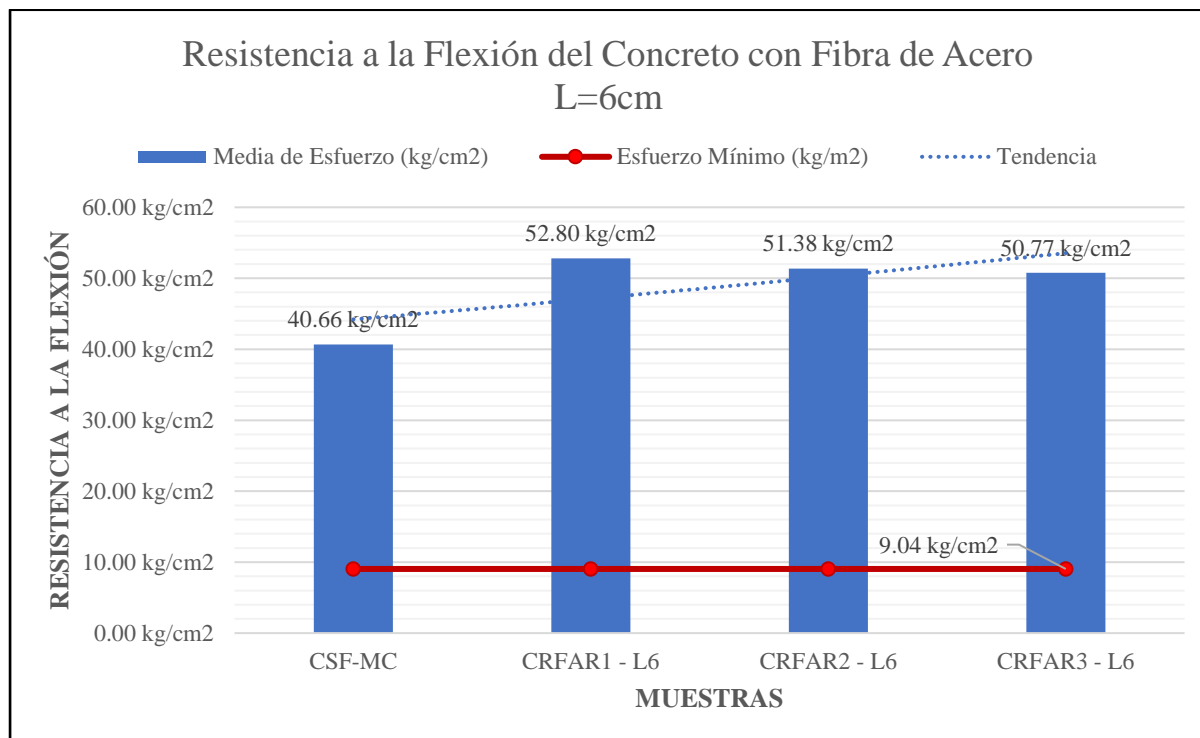
Tabla 45

Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.

Longitud		Esfuerzo de Diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
6 cm				Compresión				
Código	Proporción			M1	M2	M3		
CSF-MC	PATRÓN	9.04	28	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%
CRFAR1 - L6	20 KG/M3	9.04	28	50.61	53.24	54.54	52.80	583.95%
CRFAR2 - L6	40 KG/M3	9.04	28	48.32	51.77	54.05	51.38	568.28%
CRFAR3 - L6	60 KG/M3	9.04	28	51.27	50.65	50.39	50.77	561.53%

Figura 81

Gráfico de datos de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 6cm.



- **Longitud de 8cm**

La Tabla 46 muestra los resultados obtenidos de resistencia a flexión para incorporaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ de fibras de acero reciclado para una longitud de 8cm, además de la muestra patrón. Por otro lado, en la Figura 82 se observa cómo incrementa la resistencia de acuerdo a su proporción, destacándose mejores resultados para 60 kg/m³.

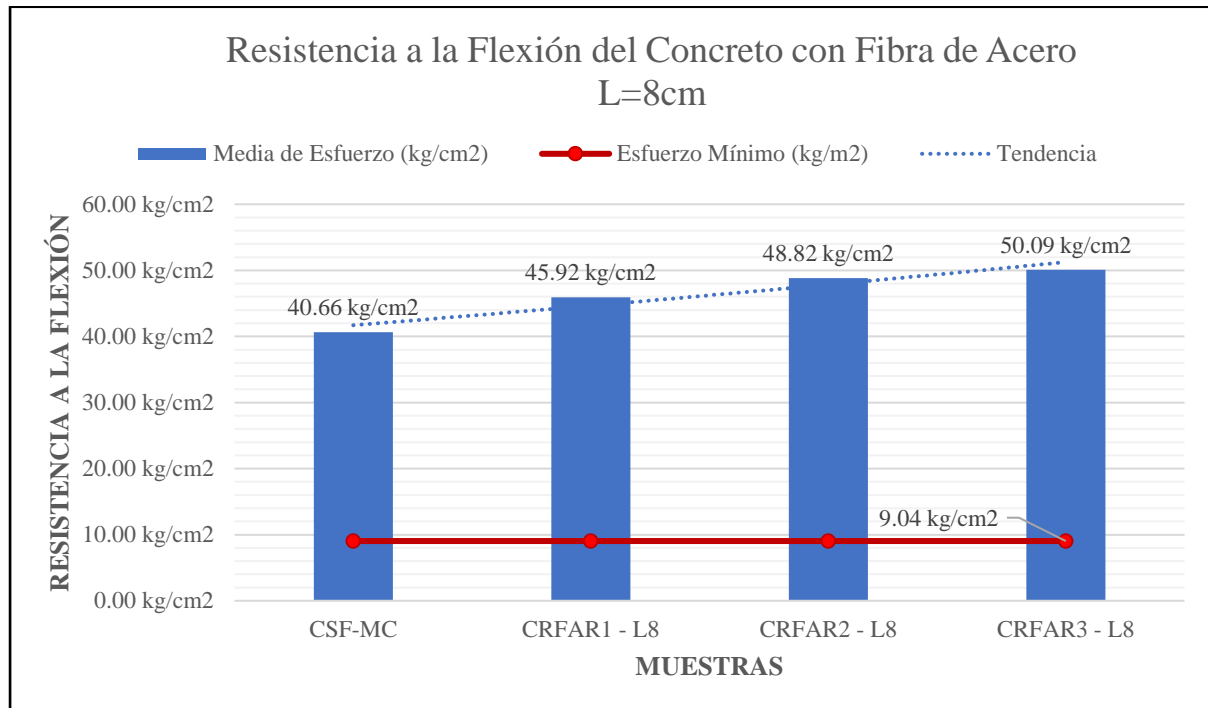
Tabla 46

Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.

Longitud		Esfuerzo de Diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
8 cm				Compresión				
Código	Proporción			M1	M2	M3		
CSF-MC	PATRÓN	9.04	28	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%
CRFAR1 - L8	20 KG/M3	9.04	28	45.44	46.78	45.53	45.92	507.85%
CRFAR2 - L8	40 KG/M3	9.04	28	51.97	46.10	48.40	48.82	540.00%
CRFAR3 - L8	60 KG/M3	9.04	28	50.49	47.79	52.00	50.09	554.05%

Figura 82

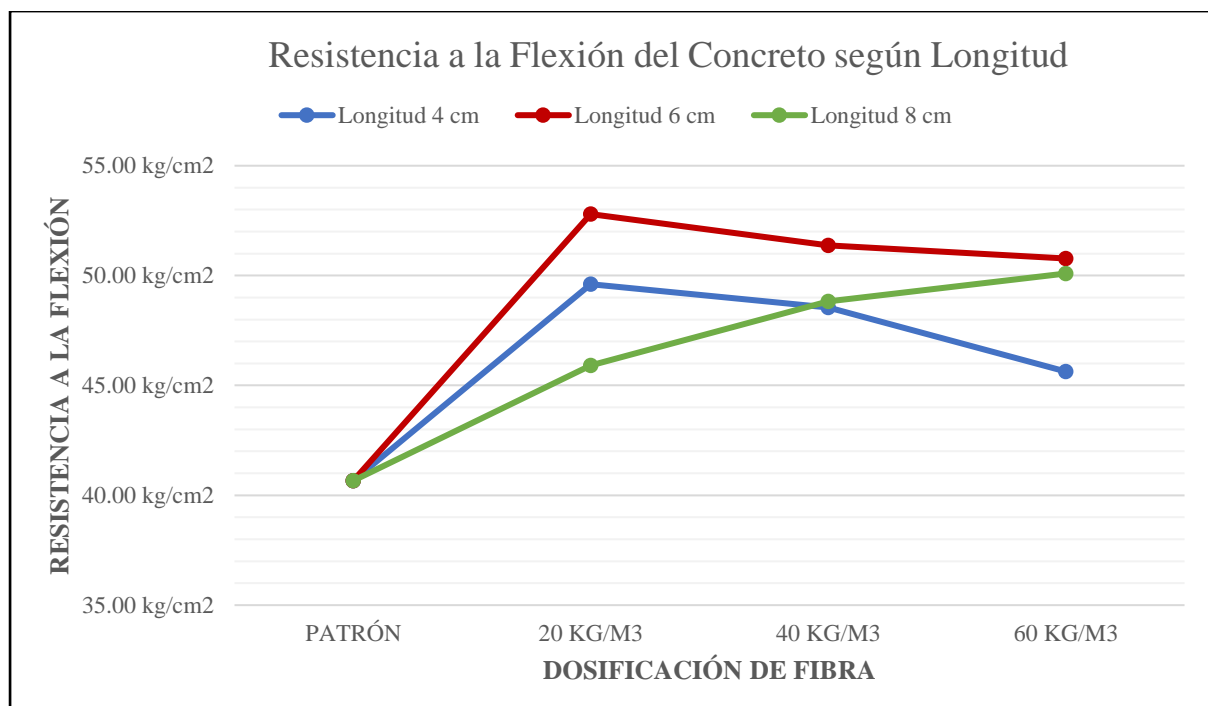
Gráfico de datos de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero de 8cm.



Comparación: Al comparar los resultados de resistencia a la flexión para diferentes longitudes por dosificación, como se muestra en la Figura 83, se observa que la longitud de 6 cm destaca en comparación con las de 4 y 8 cm, logrando mejores resultados.

Figura 83

Gráfico comparativo de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra según Longitud.



De acuerdo a su Dosificación:

- **Dosificación de 20 kg/m³**

La Tabla 47 muestra los resultados de resistencia a la flexión para incorporaciones de 4, 6 y 8cm longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 20 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 84 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la longitud de 6 cm.

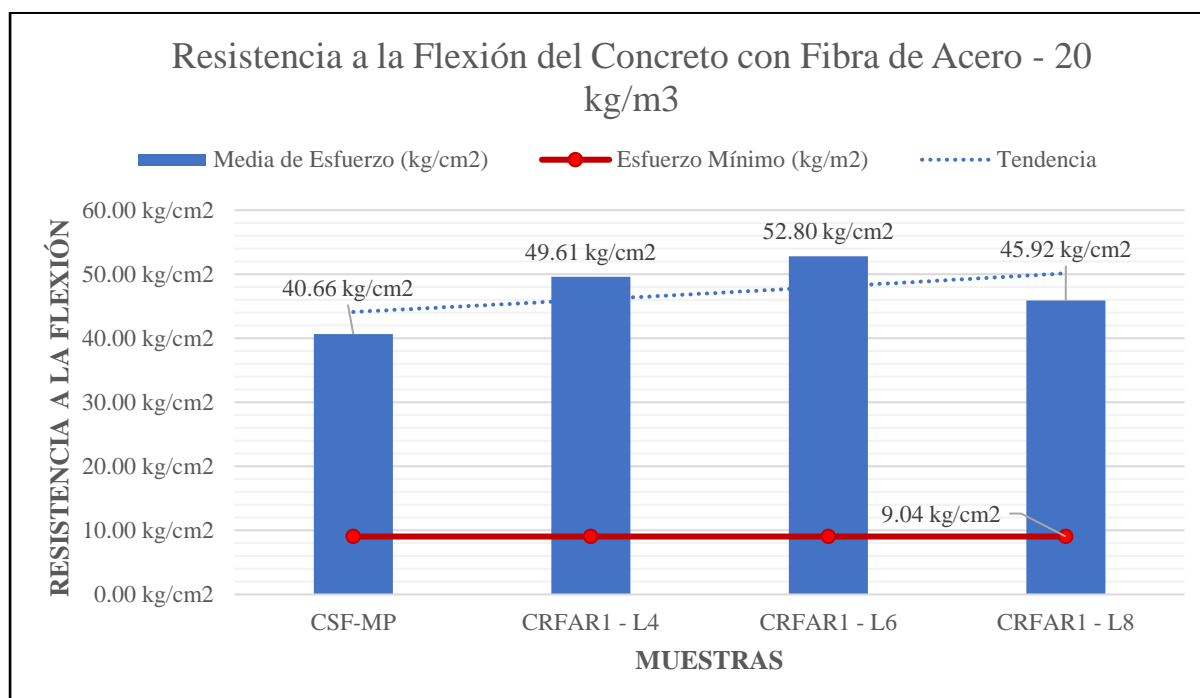
Tabla 47

Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m³.

Dosificación		Esfuerzo Mínimo (kg/cm ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
20 KG/M3				Flexión				
Código	Longitud			M1	M2	M3		
CSF-MP	PATRÓN	9.04	28	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%
CRFAR1 - L4	4 cm	9.04	28	50.55	48.27	50	49.61	548.66%
CRFAR1 - L6	6 cm	9.04	28	50.61	53.24	54.54	52.80	583.95%
CRFAR1 - L8	8 cm	9.04	28	45.44	46.78	45.53	45.92	507.85%

Figura 84

Gráfico de datos de resistencia a flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 20 kg/m³.



- **Dosificación de 40 kg/m³**

La Tabla 48 muestra los resultados de resistencia a la flexión para incorporaciones de 4, 6 y 8cm longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 40 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 85 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la longitud de 6 cm.

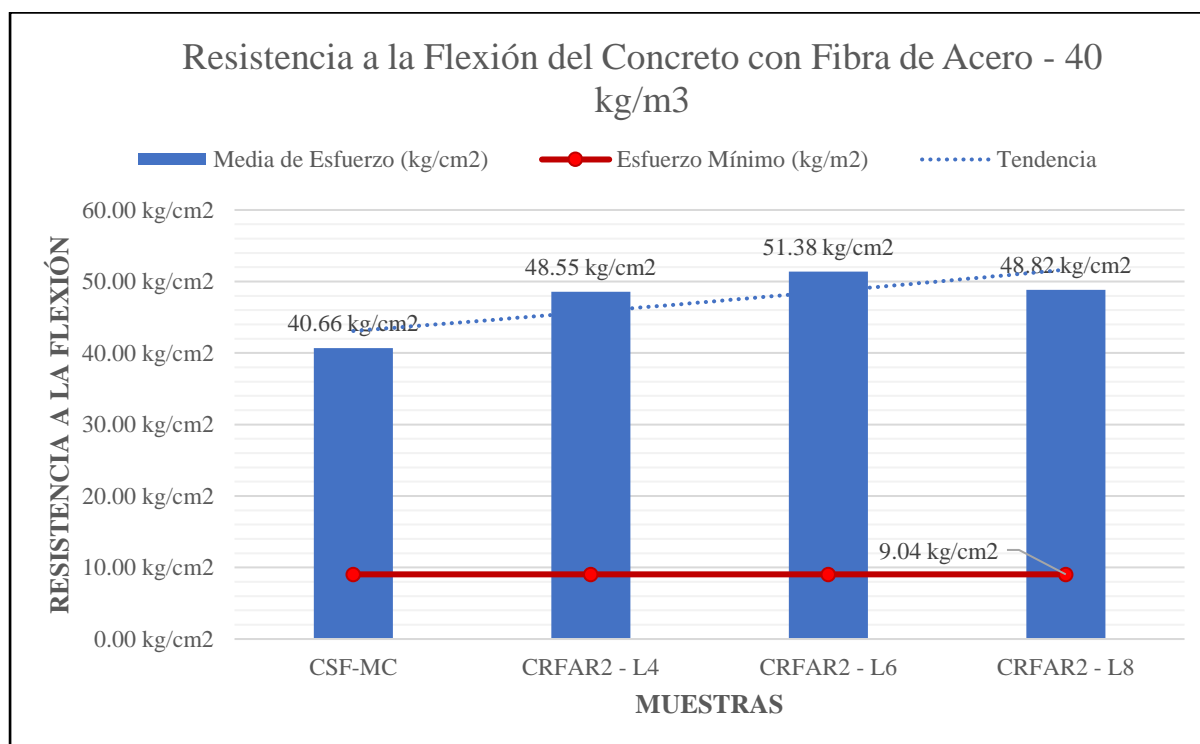
Tabla 48

Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m³.

Dosificación		Esfuerzo de Diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
40 KG/M3				Compresión				
Código	Longitud			M1	M2	M3		
CSF-MC	PATRÓN	9.04	28	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%
CRFAR2 - L4	4 cm	9.04	28	49.66	49.75	46.23	48.55	536.94%
CRFAR2 - L6	6 cm	9.04	28	48.32	51.77	54.05	51.38	568.28%
CRFAR2 - L8	8 cm	9.04	28	51.97	46.10	48.4	48.82	540.00%

Figura 85

Gráfico de datos de resistencia a flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 40 kg/m³.



- **Dosificación de 60 kg/m³**

La Tabla 49 muestra los resultados de resistencia a la flexión para incorporaciones de 4, 6 y 8cm longitud de fibras de acero reciclado para una dosificación de 60 kg/m³, además de la muestra patrón. Así mismo, la Figura 86 muestra estos valores en un gráfico de barras, donde se observa el aumento de la resistencia, destacando la longitud de 6 cm.

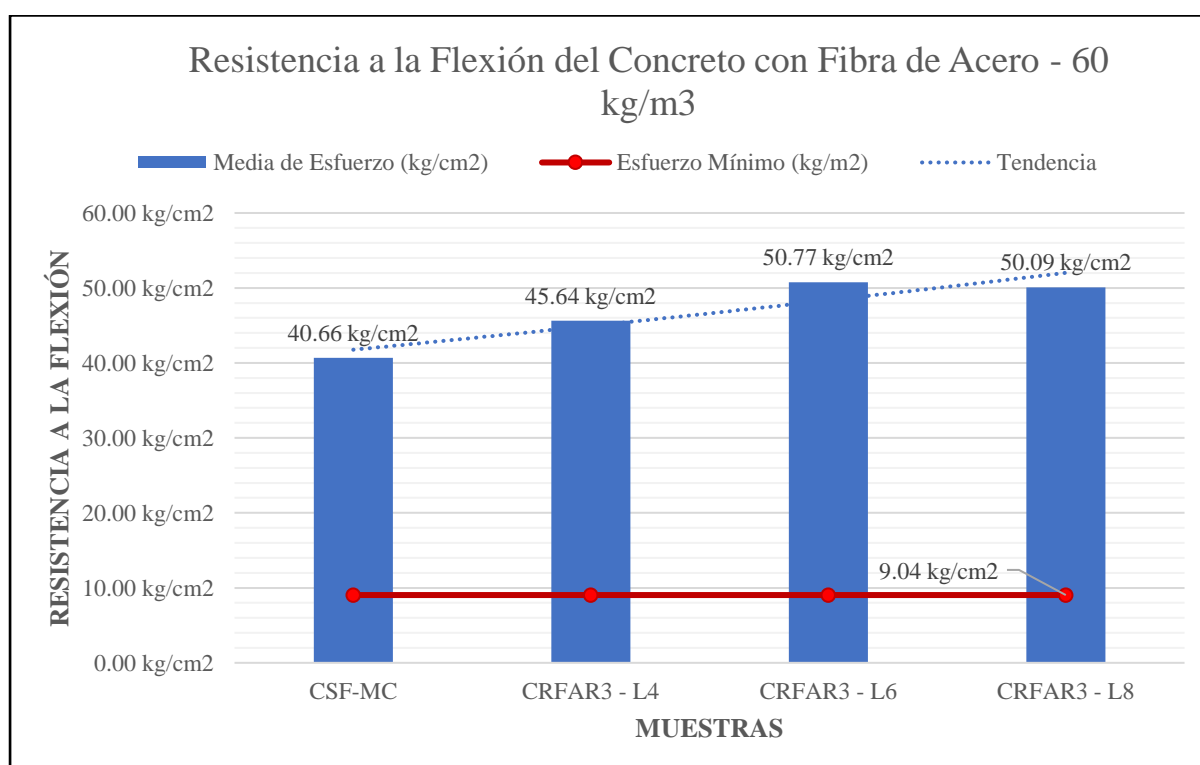
Tabla 49

Datos de la resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m³.

Dosificación		Esfuerzo de Diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Máximo Esfuerzo (kg/cm ²)			Media de Esfuerzo (kg/cm ²)	% de Esfuerzo de Ensayo
60 KG/M3				Compresión				
Código	Longitud			M1	M2	M3		
CSF-MC	PATRÓN	9.04	28	40.52	41.22	40.25	40.66	449.75%
CRFAR3 - L4	4 cm	9.04	28	52.44	42.43	42.05	45.64	504.79%
CRFAR3 - L6	6 cm	9.04	28	51.27	50.65	50.39	50.77	561.53%
CRFAR3 - L8	8 cm	9.04	28	50.49	47.79	52.00	50.09	554.05%

Figura 86

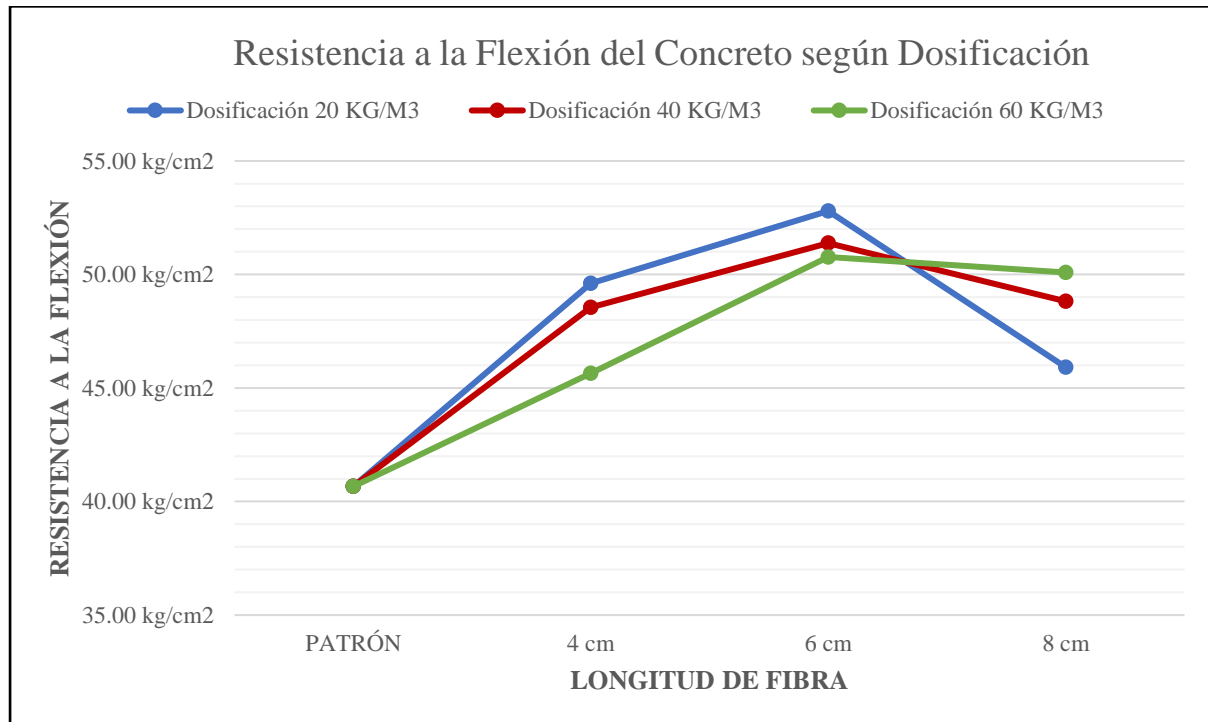
Gráfico de datos de resistencia a flexión del concreto con incorporación de fibra de acero – 60 kg/m³.



Comparación: Al comparar los resultados de resistencia a la flexión para las dosificaciones de 20, 40 y 60 kg/m³ respecto a cada longitud, como en la Figura 87, se observa que la dosificación de 20 kg/m³ sobresale cuando se utilizan longitudes de 4 y 6 cm; sin embargo, al emplear una longitud de 8 cm, se destaca una dosificación de 60 kg/m³.

Figura 87

Gráfico comparativo de resistencia a la flexión del concreto con incorporación de fibra de acero según dosificación.



Al comparar los resultados de resistencia a la flexión según la longitud y dosificación de fibras de acero reciclado incorporadas en un concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se observa que las muestras experimentales superan los valores de la muestra de control. Se destaca especialmente una dosificación de 20 kg/m³ y una longitud de 6 cm de fibras de acero en el concreto.

Sin embargo, para determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas a la muestra control, es necesario realizar una evaluación estadística que indique la influencia de la incorporación de fibras de acero reciclado en la resistencia a la flexión del concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

b) Hipótesis

Hipótesis Nula:

La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, mejoran la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ [$\mu_{mc} < \mu_{far}$]

Hipótesis Alterna:

La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, no mejoran la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ [$\mu_{mc} = \mu_{far}$]

c) Supuestos Estadísticos

Es necesario un análisis de los supuestos con el objetivo de elegir la prueba de hipótesis más adecuada. En la Tabla 50, se presentan de manera resumida los resultados de significancia correspondientes a la normalidad y homogeneidad de varianza de los supuestos evaluados, junto con la prueba de hipótesis que se debe realizar.

Tabla 50

Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de resistencia a la flexión.

Muestras	Prueba de Normalidad			Prueba de Homogeneidad de Varianza: Levene				Prueba de Hipótesis
	Shapiro-Wilk			Est.	gl-1	gl-2	Sig.	
Est.	gl	Sig.	Est.					gl-1
CSF-MP	0.939	3	0.521	Se basa en la media:				
CRFAR1-L4	0.918	3	0.445					
CRFAR1-L6	0.963	3	0.631					
CRFAR1-L8	0.800	3	0.115					
CRFAR2-L4	0.769	3	0.043				Games-Howell (Varianzas desiguales)	
CRFAR2-L6	0.986	3	0.776	4.241	9	20		0.003
CRFAR2-L8	0.985	3	0.763					
CRFAR3-L4	0.777	3	0.062					
CRFAR3-L6	0.947	3	0.557					
CRFAR3-L8	0.974	3	0.691					

Nota. Datos obtenidos del programa SPSS.

d) Prueba Games-Howell (Varianzas desiguales)

Debido a la desigualdad de varianzas en las muestras, se seleccionó la prueba Games-Howell para el análisis de la media entre la muestra patrón y las muestras experimentales con incorporación de fibras de acero en dosificación y longitud.

Tabla 51

Prueba de Games-Howell para los datos de resistencia a la flexión.

	(J) FibraAcero	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Games-Howell	CRFAR1-L4 CSF-MC	-8.9433*	0.745	0.014	-14.398	-3.489
	CRFAR1-L6 CSF-MC	-12.1333*	1.192	0.035	-22.465	-1.801
	CRFAR1-L8 CSF-MC	-5.2533*	0.520	0.009	-8.380	-2.126
	CRFAR2-L4 CSF-MC	-7.8833	1.194	0.089	-18.244	2.477
	CRFAR2-L6 CSF-MC	-10.7167	1.690	0.106	-26.343	4.910
	CRFAR2-L8 CSF-MC	-8.1600	1.732	0.187	-24.220	7.900
	CRFAR3-L4 CSF-MC	-4.9767	3.414	0.844	-38.176	28.223
	CRFAR3-L6 CSF-MC	-10.1067*	0.389	0.000	-12.275	-7.939
	CRFAR3-L8 CSF-MC	-9.4300	1.265	0.071	-20.552	1.692

Nota. Datos obtenidos del programa SPSS.

e) Discusión de Comparación

Se llevó a cabo la prueba Games-Howell para comparar la media de los datos del ensayo de consistencia entre la muestra de control y las muestras experimentales. Los resultados indican una diferencia significativa en los datos de resistencia a la flexión entre la muestra estándar CSF-MC y las muestras experimentales CRFAR1-L4, CRFAR1-L6, CRFAR2-L6, CRFAR1-L8 y CRFAR3-L6, con una significancia p menor a 0.05. En los demás casos, no se observa una diferencia significativa con la muestra estándar. Esto respalda la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la hipótesis alterna para las muestras especificadas.

A partir de estos hallazgos, podemos concluir que **la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m³, mejoran la resistencia a la flexión del concreto $f^c=210$ kg/cm² en los casos de las muestras CRFAR1-L4, CRFAR1-L6, CRFAR2-L6, CRFAR1-L8 y CRFAR3-L6.**

5.5. Objetivo Específico 5

Determinar la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar para mejorar las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

a) Comparación de Resultados

Para determinar la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar para mejorar las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, es necesario comparar los resultados obtenidos en los objetivos 1, 2, 3 y 4 de este estudio.

La Tabla 53 resume los resultados de los ensayos de consistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para las diferentes muestras experimentales evaluadas. Donde se destaca una proporción de 20 kg/m^3 y una longitud de 6 cm, representada por el código CRFAR1 - L6, que mostró resultados significativos. Esta muestra tuvo un slump de 2.77 pulgadas, un 9.29% menos que el slump patrón; una resistencia a la compresión de 336.91 kg/cm^2 , un 8.23% más que la muestra patrón; y una resistencia a la flexión de 52.80 kg/cm^2 , un 29.84% más que la muestra patrón.

Al determinar que la longitud óptima para obtener mejores resultados en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ es de 6 cm, podemos concluir que una esbeltez de 42.893, como se indica en la Tabla 52, representa un equilibrio adecuado que mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto.

Tabla 52

Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de consistencia.

ESBELTEZ PROMEDIO DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO		
Longitud 4cm	Longitud 6cm	Longitud 8cm
29.361	42.893	57.059

Tabla 53

Supuestos estadísticos y prueba de hipótesis para los datos de consistencia.

INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	ASENTAMIENTO / SLUMP (pulg)		RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm2)		RESISTENCIA A FLEXIÓN (kg/cm2)	
SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD							
NO	0 KG/M3	0 CM	CSF-MC	3.05	100.00%	311.287	100.00%	40.663	100.00%
SI		4 CM	CRFAR1 - L4	2.87	93.99%	311.013	99.91%	49.607	121.99%
SI	20 KG/M3	6 CM	CRFAR1 - L6	2.77	90.71%	336.913	108.23%	52.797	129.84%
SI		8 CM	CRFAR1 - L8	2.50	81.97%	322.060	103.46%	45.917	112.92%
SI		4 CM	CRFAR2 - L4	2.35	77.05%	326.957	105.03%	48.547	119.39%
SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2 - L6	2.13	69.95%	331.713	106.56%	51.380	126.35%
SI		8 CM	CRFAR2 - L8	2.11	69.18%	316.487	101.67%	48.823	120.07%
SI		4 CM	CRFAR3 - L4	2.09	68.42%	332.633	106.86%	45.640	112.24%
SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3 - L6	2.05	67.21%	328.617	105.57%	50.770	124.85%
SI		8 CM	CRFAR3 - L8	1.72	56.28%	316.077	101.54%	50.093	123.19%

b) Hipótesis

Hipótesis Nula:

La relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar es la de 6 cm y 40kg/kgm³ para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

Hipótesis Alterna:

La relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar es diferente de 6 cm y 40kg/kgm³ para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

c) Discusión de Comparación

Según los resultados comparativos presentados en la Tabla 53, la muestra experimental con mejores resultados corresponde al código CRFAR1 - L6, con una dosificación de 20 kg/m³ y una longitud de 6 cm de acero reciclado. Estos hallazgos proporcionan evidencia sólida para rechazar la hipótesis nula y respaldar la hipótesis alternativa.

En consecuencia, podemos concluir que **la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar es la de 6 cm y 20kg/m³ para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm², basándonos en los resultados obtenidos.**

5.6. Discusión Respecto a los Antecedentes

Objetivo General:

Evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Huánuco.

a) Comparación de resultados

- i. **Autor:** Espinoza y Arquñigo (2022) **Tesis:** “EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO $F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$, CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021”

Resultados: La investigación reveló que la adición de fibra de acero en pavimento rígido con dosificaciones de 10 kg, 20 kg y 30 kg en concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ muestra mejoras en la resistencia a la flexión del 5.07%, 8.71% y 7.47%, respectivamente, a los 28 días. De manera similar, la incorporación de macrofibra de polipropileno en pavimento rígido con dosificaciones de 4 kg y 6 kg en concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ evidencia mejoras en la resistencia a la flexión del 0.37% y 18.63%, respectivamente, a los 28 días. Sin embargo, la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno en pavimento rígido con concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ no muestra efectividad, ya que su resistencia a la flexión está por debajo del diseño tradicional en un 4.28% a los 28 días.

Discusión de Resultados: Al comparar los resultados con la presente investigación, se puede concluir que ambas abordan la mejora de la resistencia a la flexión mediante la adición de fibras al concreto, aunque difieren en el tipo de fibra y dosificaciones evaluadas. Mientras que la presente investigación se enfoca en fibras de acero reciclado en el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, encontrando una relación óptima que mejora las propiedades físico-mecánicas y logra un aumento máximo del 29.84% en la resistencia a la flexión, el estudio de Espinoza y Arquñigo (2022) analiza la efectividad de diferentes dosificaciones de fibra de acero y macrofibra de polipropileno en concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo un aumento máximo del 8.71% en la resistencia a la flexión. Ambos estudios demuestran mejoras en la resistencia a la flexión con la adición de fibras, aunque con enfoques y resultados específicos según las condiciones de cada investigación.

- ii. **Autor:** Evaristo (2018) **Tesis:** “CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS Y FIBRAS SINTÉTICAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA – HUÁNUCO”

Resultados: El estudio de Evaristo (2018) sobre el concreto reforzado con fibras metálicas y sintéticas destaca que la adición de estas fibras afecta la trabajabilidad y el asentamiento del concreto en estado fresco, aunque dentro de los estándares de la norma ASTM. En términos de resistencia a la compresión axial (f_c), se observa un pequeño incremento con la fibra de acero, aunque su principal contribución es evitar la falla frágil y proporcionar ductilidad al compuesto. Los mejores resultados de f_c se lograron con concreto reforzado con fibras de acero a los 28 días. Respecto a la resistencia a la flexión o módulo de rotura (M_r), se evidencia un aumento considerable con la fibra de acero en la mezcla, siendo un factor relevante para mejorar la resistencia a la flexión del concreto.

Discusión de Resultados: Comparando las conclusiones de ambas investigaciones, se observan diferencias significativas en cuanto a los efectos de la adición de fibras al concreto. Mientras que la investigación de Evaristo (2018) señala que la adición de fibra de acero no tiene un impacto sustancial en el aumento de la resistencia a la compresión axial (f_c), enfocándose más en la mejora de la ductilidad y evitando la falla frágil, la presente investigación muestra mejoras notables tanto en la resistencia a la compresión como en la resistencia a la flexión. Específicamente, se encontró que la longitud óptima de 6 cm de las fibras de acero reciclado proporciona un equilibrio entre esbeltez y resistencia, logrando incrementos de hasta un 29.84% en la resistencia a la flexión. Estas diferencias resaltan la importancia de considerar el tipo de fibra, su longitud y dosificación, así como las propiedades específicas del concreto en cada estudio.

- iii. **Autor:** Soto (2018) **Tesis:** “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO DE $f_c' = 210\text{kg/cm}^2$ REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO - HUÁNUCO - 2016”

Resultados: La investigación de Soto (2018) concluye que la adición de fibras de acero mejora la resistencia a la tracción y a la compresión del concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$, con aumentos significativos que van desde un 10.35% hasta un 14.25% en la resistencia a

la tracción en comparación con la resistencia a la compresión. Asimismo, se observa una disminución en la trabajabilidad del concreto fresco con el aumento de la dosificación de fibras de acero, destacando la importancia de un diseño adecuado para mantener un equilibrio entre resistencia y consistencia del concreto.

Discusión de Resultados: Comparando los resultados con la investigación sobre fibras de acero reciclado en concreto $f'c=210$ kg/cm², se encuentran similitudes en cuanto a la mejora de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibras de acero, aunque difieren en los porcentajes de aumento específicos. Mientras que la investigación de Soto muestra incrementos en la resistencia a la tracción que oscilan entre un 10.35% y un 14.25%, la presente investigación logró un aumento máximo del 29.84% en la resistencia a la flexión. Estas diferencias pueden atribuirse a factores como la dosificación y el tipo de fibras utilizadas, subrayando la importancia de un diseño preciso según las necesidades estructurales y de resistencia de cada proyecto de construcción. Si bien ambas investigaciones demuestran que la adición de fibras de acero mejora las propiedades mecánicas del concreto, cada una enfatiza aspectos diferentes, como la resistencia a la flexión en el presente estudio y la resistencia a la tracción en la investigación de Soto.

iv. **Autor:** Cotrina (2016) **Tesis:** “USO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO PARA MEJORAR LA DUCTILIDAD EN VIGAS RECTANGULARES”

Resultados: El estudio demuestra que las fibras de acero como material de refuerzo mejoran significativamente la ductilidad de las vigas de concreto armado bajo las condiciones ensayadas. Se observa un incremento progresivo en la ductilidad con el aumento del porcentaje de fibras de acero en las vigas, siendo de 3.455 para la viga V-1 con refuerzo convencional (0% de fibras de acero), 3.818 para la viga V-2 reforzada con 1% de fibras de acero, y 3.833 para la viga V-3 reforzada con 2% de fibras de acero. Además, la incorporación de fibras de acero produce modificaciones en el comportamiento del concreto fresco, disminuyendo la trabajabilidad y el ancho de fisuras, mientras que aumenta la resistencia a la compresión de las vigas. Estos resultados son aplicables específicamente a vigas de 25cm de ancho, 40cm de peralte y una longitud de 4m en las condiciones ensayadas.

Discusión de Resultados: Ambas investigaciones resaltan los beneficios de incorporar fibras de acero para mejorar las propiedades del concreto, aunque enfocándose en aplicaciones distintas: mientras que la presente investigación se centra en la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con fibras de acero reciclado de longitudes y dosificaciones específicas para promover la sostenibilidad ambiental, la investigación de Cotrina (2016) se orienta hacia la mejora de la ductilidad en vigas de concreto armado mediante el refuerzo con fibras de acero en diferentes porcentajes, demostrando la versatilidad y eficacia de las fibras de acero como recurso de refuerzo en diversas aplicaciones de la construcción. Aunque los objetivos son diferentes, ambos estudios coinciden en que la incorporación de fibras de acero mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto, ya sea aumentando la ductilidad en vigas o mejorando la resistencia a la compresión y a la flexión en concretos específicos.

- v. **Autor:** Urbina (2022) **Tesis:** “INFLUENCIA DEL TAMAÑO Y DOSIFICACIÓN DE VIRUTA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN CONCRETO 210KG/CM2”

Resultados: Las conclusiones de la investigación de Urbina (2022) resaltan la influencia del tamaño y dosificación de viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm^2 . Se evidenció que la incorporación de viruta de acero, especialmente de tamaño 30mm y con un porcentaje de adición del 7%, tuvo un impacto significativo en la resistencia a la compresión, alcanzando valores de hasta 268.09 kg/cm^2 a los 28 días de curado, lo que representa un aumento del 27.66% respecto al concreto patrón. En cuanto a la resistencia a la flexión, se observó que el tamaño de la viruta fue casi insignificante, siendo predominante el porcentaje de adición de viruta, con mejoras lineales en la resistencia. Estos resultados validan el cumplimiento de normas ASTM y NTP, respaldando la importancia del análisis estadístico en la determinación de la influencia de estos factores en las propiedades del concreto.

Discusión de Resultados: En la investigación de Urbina (2022), se observó que la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm^2 mejoró en un 27.66% respecto al concreto patrón, utilizando viruta de acero de 30 mm con una dosificación del 7% a los 28 días de curado. Por otro lado, en la presente investigación se logró una mejora del 14.60%

en la resistencia a la compresión utilizando fibras de acero reciclado de 6 cm y una dosificación de 20 kg/m³. En términos de resistencia a la flexión, la investigación de Urbina mostró mejoras del 12.20% y 10.64% con viruta de acero de 30 mm y 40 mm, respectivamente, con una dosificación del 7% a los 28 días de curado. En contraste, la presente investigación obtuvo una mejora del 29.84% en la resistencia a la flexión utilizando fibras de acero reciclado de 6 cm y una dosificación de 20 kg/m³. Ambas investigaciones concluyen que la dosificación y longitud óptima de estos materiales son fundamentales para lograr mejoras significativas en la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

vi. **Autor:** Neira (2022) **Tesis:** “ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² EN CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES, AREQUIPA 2022”

Resultados: La investigación de Neira (2022) se enfocó en evaluar los cambios en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² al incorporar virutas de acero reciclado. Utilizando 80 ejemplares, que incluían 40 probetas cilíndricas y 40 prismas de viga, se encontraron resultados significativos: el asentamiento (SLUMP) experimentó una reducción del 5% en comparación con el concreto patrón, mientras que los ensayos de compresión y flexión revelaron aumentos máximos de 18.96 kg/cm² y 3.35 kg/cm², respectivamente, en contraste con el patrón. Estos hallazgos demuestran que a medida que se aumenta la dosis de viruta de acero, se logra una disminución del asentamiento y, en contraposición, se observan mejoras significativas en la resistencia a la compresión y en el módulo de rotura del concreto.

Discusión de Resultados: Ambas investigaciones presentan mejoras significativas en propiedades clave del concreto. La investigación de Neira (2022) demostró un incremento del 112.12% en el módulo de rotura al incorporar un 1% de viruta de acero, mientras que en la presente investigación se registró un aumento del 29.84% en la resistencia a flexión al añadir 20 kg/m³ de fibras de acero reciclado. Además, ambas investigaciones evidenciaron reducciones en el asentamiento del concreto al aumentar la dosificación de los materiales adicionales, lo que indica una tendencia común hacia mejoras en la resistencia a medida que se aumenta la proporción de los aditivos utilizados.

- vii. **Autor:** Chambi y Gutiérrez (2021) **Tesis:** “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO $f_c=280$ KG/CM² APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DEW JULIACA-PUNO, 2021”

Resultados: La investigación de Chambi y Gutiérrez (2021) enfocada en el análisis del comportamiento mecánico del concreto $f_c=280$ kg/cm² al aplicar virutas de acero en Juliaca-Puno concluyó que la incorporación de estas virutas mejora de manera satisfactoria las características mecánicas del concreto. Específicamente, se evidenció un incremento del 29.10% en la resistencia a la flexión al agregar un 8% de virutas de acero, así como un aumento del 19.638% en la resistencia a compresión y un 10.18% en la resistencia a tracción al incorporar un 4% de virutas de acero, todos estos valores comparados con la muestra patrón de concreto $f_c=280$ kg/cm².

Discusión de Resultados: La investigación de Chambi y Gutiérrez (2021) reveló mejoras del 29.10% en la resistencia a la flexión, 19.638% en la compresión, y 10.18% en tracción al agregar 8%, 4%, y 4% de virutas de acero, respectivamente. En contraste, la presente investigación logró aumentos significativos del 8.23% y 14.60% en la resistencia a la compresión y flexión, respectivamente, al incorporar fibras de acero reciclado. Estos resultados indican que, aunque ambos enfoques generaron mejoras mecánicas notables en el concreto, el uso de fibras de acero reciclado demostró ventajas comparativas en términos de resistencia y eficiencia en las propiedades mecánicas del material.

- viii. **Autor:** Velásquez (2020) **Tesis:** “ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE Y TRACCIÓN INDIRECTA DE CONCRETO REFORZADO CON VIRUTAS DE ACERO RECICLADO”

Resultados: La investigación de Velásquez (2020) analizó la resistencia a compresión simple y tracción indirecta del concreto reforzado con virutas de acero reciclado. Se observó que todas las mezclas cumplieron con el diseño de mezcla en cuanto a asentamiento y rendimiento, siendo más eficiente el cálculo por peso. La resistencia a compresión del concreto patrón cumplió con el diseño establecido. En los ensayos de compresión a los 7 y 28 días, la muestra con 5% de viruta de acero mostró mejor resistencia que las demás, lo que también se reflejó en los ensayos de tracción indirecta a

los 28 días. Estos resultados indican que la adición de virutas de acero reciclado mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto, especialmente a corto plazo.

Discusión de Resultados: Comparando los resultados obtenidos en la presente investigación con la investigación de Velásquez (2020) sobre el análisis comparativo de resistencia a compresión simple y tracción indirecta de concreto reforzado con virutas de acero reciclado, se observa una tendencia similar en la mejora de la resistencia a la compresión al incorporar fibras o virutas de acero reciclado. En ambas investigaciones, se identifica una mejora significativa en la resistencia a la compresión al aumentar la dosificación de fibras o virutas, llegando a porcentajes de mejora que superan tanto la resistencia de diseño como la resistencia de la muestra patrón.

ix. **Autor:** Keshavarz y Mostofinejad (2019) **Tesis:** “STEEL CHIP AND PORCELAIN CERAMIC WASTES USED AS REPLACEMENTS FOR COARSE AGGREGATES IN CONCRETE”

Resultados: La investigación de Keshavarz y Mostofinejad (2019) demostró que el uso de virutas de acero mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto, con un incremento de hasta el 12.8% al reemplazar el 1% del agregado grueso. Además, al combinar las virutas de acero con residuos de cerámica, se observó un aumento en la resistencia a la compresión de hasta el 41%. Asimismo, se encontró que el reemplazo del 1% de virutas de acero mejora la resistencia a la tracción hasta en un 21%. Por otro lado, la resistencia a la flexión y la tenacidad del concreto también mejoraron con el reemplazo de virutas de acero, especialmente debido a su alta resistencia a la tracción. Sin embargo, se notó un aumento en la absorción de agua del concreto al usar grandes cantidades de virutas de acero, lo que sugiere la necesidad de un equilibrio en su aplicación. En general, la investigación concluyó que tanto las virutas de acero como los residuos de cerámica pueden mejorar las propiedades mecánicas del concreto, reducir costos y minimizar impactos ambientales al evitar la disposición de residuos sólidos.

Discusión de Resultados: La investigación de Keshavarz y Mostofinejad (2019) demostró mejoras significativas en la resistencia del concreto al reemplazar el 1% del agregado grueso con virutas de acero, con incrementos de hasta el 12.8% en la resistencia a la compresión y del 21% en la resistencia a la tracción. Por otro lado, la presente

investigación sobre el concreto con fibras de acero reciclado reveló aumentos en la resistencia a la compresión de hasta un 14.60% y mejoras en la resistencia a la flexión de hasta un 29.84% al incorporar fibras de acero reciclado. Ambas investigaciones resaltan la capacidad de estos materiales de mejorar las propiedades mecánicas del concreto, aunque se observan diferencias en los porcentajes de mejora obtenidos en cada estudio, lo que podría atribuirse a variaciones en las metodologías y composiciones de las mezclas.

- x. **Autor:** Cando (2016) **Tesis:** “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL HORMIGÓN ELABORADO CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO”

Resultados: La investigación de Cando (2016) enfocada en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con fibras de acero reciclado resalta la utilidad del hormigón en términos de resistencia a la compresión, mientras reconoce sus desafíos en tracción y flexión. Se destaca que la incorporación de fibras metálicas mejora la resistencia a la compresión simple, tracción indirecta y flexión, reduciendo fisuras por contracción y demostrando mayor resistencia frente a esfuerzos de tracción. Además, la investigación menciona la variedad de fibras comerciales y su impacto en las propiedades estructurales, sugiriendo la cantidad óptima de fibras según el estado de carga. Los resultados muestran un incremento en resistencia a compresión de hasta un 30.70%, resistencia a tracción indirecta de hasta un 39.08%, y un aumento en el módulo de elasticidad del 4.46%, demostrando la viabilidad de las fibras metálicas recicladas como alternativa eficiente en el refuerzo del hormigón ante cargas de compresión y tracción.

Discusión de Resultados: La investigación de Cando (2016) muestra incrementos significativos en la resistencia a compresión, tracción indirecta y módulo de elasticidad del hormigón al incorporar fibras metálicas recicladas, alcanzando aumentos del 30.70%, 39.08%, y 4.46% respectivamente. Estos resultados son comparables con los obtenidos en la presente investigación, donde se observaron mejoras de hasta un 14.60% en resistencia a compresión y un 29.84% en resistencia a flexión, al usar fibras de acero reciclado. Ambas investigaciones coinciden en la eficacia de las fibras recicladas para fortalecer el hormigón ante diferentes tipos de esfuerzos, destacando su relevancia como alternativa sostenible y eficiente en la construcción.

CONCLUSIONES

La incorporación de fibras de acero reciclado en el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ revela mejoras significativas en la resistencia a la compresión y a la flexión. Específicamente, se ha identificado que la longitud óptima de estas fibras es de 6 cm, ya que logra un equilibrio entre la esbeltez y la resistencia, mejorando así las propiedades físico-mecánicas del concreto. Estos resultados respaldan la utilidad y viabilidad de utilizar fibras de acero reciclado como un recurso eficaz para fortalecer el concreto. Este enfoque no solo tiene beneficios técnicos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al promover la reutilización de materiales, lo que es esencial para la calidad y la eficiencia en la construcción moderna.

1. Las características morfológicas de las fibras de acero reciclado incorporadas en el concreto revelan que la longitud de 6 cm es la más adecuada en términos de equilibrio óptimo en la esbeltez. Esta longitud proporciona una mayor resistencia a la compresión y a la flexión, superando a las longitudes de 4 cm y 8 cm. Los resultados muestran que las fibras de 6 cm ofrecen una mejor capacidad de refuerzo y contribuyen significativamente a mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Por otro lado, el mecanismo de adherencia por adhesión y fricción desempeña un papel crucial en esta mejora, ya que la adhesión inicial asegura una buena unión entre la fibra y la matriz del concreto, mientras que la fricción resiste el deslizamiento de las fibras, contribuyendo a la resistencia. Por lo tanto, estas fibras son ideales para su incorporación en mezclas de concreto con una resistencia nominal de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.
2. La consistencia del concreto fresco $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ tiende a disminuir a medida que se incrementa tanto la dosificación como la longitud de la fibra de acero reciclado incorporada. La mayor variación con respecto al slump de diseño de 3 pulgadas la presenta la muestra CRFAR3 - L8, reduciéndose a 1.72 pulgadas, lo que representa una disminución de hasta un 43.72%. En contraste, las muestras más cercanas al slump de diseño son CRFAR1 - L4 y CRFAR1 - L6, con medidas de 2.87 pulgadas y 2.77 pulgadas, respectivamente.

3. La adición de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8 cm, junto con dosificaciones de 20, 40 y 60 kg/m³, resultó en mejoras significativas en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm². Estas mejoras se reflejaron en valores que superaron tanto la resistencia de diseño como la resistencia de la muestra patrón. Específicamente, la muestra CRFAR1 - L6 presentó el mejor comportamiento con una resistencia promedio de 336.91 kg/cm², representando un aumento del 8.23% en comparación con la muestra patrón y un 14.60% más que la resistencia de diseño.
4. La adición de fibras de acero reciclado en longitudes de 4, 6 y 8 cm, junto con dosificaciones de 20, 40 y 60 kg/m³, resultó en mejoras significativas en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm². Estas mejoras se reflejaron en valores que superaron tanto la resistencia de diseño como la resistencia de la muestra patrón. Específicamente, la muestra CRFAR1 - L6 demostró el mejor rendimiento, alcanzando una resistencia promedio de 52.80 kg/cm², lo que representa un aumento del 29.84% en comparación con la muestra patrón.
5. Tras el análisis exhaustivo de la relación entre la longitud y la dosificación de fibras de acero reciclado para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm², se ha determinado que la muestra CRFAR1 - L6 es la óptima. Esta muestra, que presenta una longitud de 6 cm y una dosificación de 20 kg/m³, ha demostrado consistentemente los mejores resultados en términos de consistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto.
6. Adicionalmente, se ve en la Tabla 26. Resultados de resistencia a la flexión de concreto según fórmula NTP E.060 Concreto Armado y comparación con la NTP 339.078, que los valores del Módulo de Rotura calculados según Ensayo de la NTP 339.078 y el calculado a partir del f'_c del concreto (NTP E.060), varían desde un 13.97% (en la muestra patrón) hasta un 33.96% (en la muestra CRFAR1 – L6), evidenciándose un gran porcentaje de variación entre los valores obtenidos entre ambos métodos dados en las normas; por lo cual, no es correcto aplicar la fórmula de obtención del Módulo de Rotura a partir de la resistencia a la compresión del concreto dada en la NTP E.060, para el caso del concreto fibroreforzado, dado que su uso es solo a falta de Información experimental confiable tal y como indica la misma NTP E.060 Concreto armado.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Considerando la mejora significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión al incorporar fibras de acero reciclado, es esencial resaltar la importancia de realizar pruebas adicionales que no fueron contempladas en la presente investigación. Por lo que se recomienda realizar pruebas de durabilidad, abrasión, adherencia, permeabilidad, entre otras, con el objetivo de determinar las condiciones óptimas que garanticen los mejores resultados en términos de resistencia y durabilidad del concreto.

1. Para investigaciones futuras que involucren la incorporación de fibras de acero reciclado, se recomienda evaluar la influencia de la forma, distribución y orientación de las fibras en las propiedades mecánicas de concreto.
2. Con el objetivo de no alterar la trabajabilidad del concreto, se recomienda considerar la incorporación de un aditivo plastificante en el diseño de la mezcla. Esto se debe a que la incorporación de fibras de acero reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla.
3. Las mejoras significativas en la resistencia a la compresión con la adición de fibras de acero reciclado sugieren la viabilidad de utilizar este material como un refuerzo efectivo en el concreto. Se recomienda realizar análisis de costos para evaluar la rentabilidad de este enfoque en comparación con otras alternativas de refuerzo.
4. Se recomienda realizar pruebas de fatiga y análisis de fractura para evaluar el comportamiento a largo plazo bajo cargas cíclicas en el concreto con incorporación de fibras de acero reciclado. Estos estudios adicionales permitirán optimizar la composición y la distribución de las fibras para obtener un concreto con una mayor resistencia a la flexión y una durabilidad mejorada.
5. La determinación de una muestra óptima en términos de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado es un paso clave para obtener un concreto con propiedades físico-mecánicas superiores. Se recomienda realizar análisis de sensibilidad para evaluar cómo pequeños cambios en la dosificación o longitud de las fibras cercanas a 6cm y 20kg/m³ pueden afectar el desempeño del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2017). *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú: Editorial "San Marcos".
- Ahmadi, M., Farzin, S., Hassani, A., & Motamedi, M. (2017). Mechanical properties of the concrete containing recycled fibers and aggregates. *Construction and Building Materials*, 144, 392-398. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.215>
- American Concrete Institute. (2007). *Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures*. (ACI 224.1R-07).
- American Concrete Institute. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19)*. (ACI 318-19).
- American Concrete Institute Comité 211. (2009). *Selecting Proportions for Normal-Density and High-Density Concrete-Guide*. (ACI 211.1-09).
- American Society for Testing and Materials. (2022). *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete*. (ASTM A820/A820M-22).
- Cando Lara, L. F. (2016). *Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Hormigón elaborado con Fibras de Acero Reciclado*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8007>
- Carrasco Díaz, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Chambi Paredes, W., & Gutiérrez Zapana, A. (2021). Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=280$ kg/cm² aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca-Puno, 2021. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad César vallejo, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71587>
- Cordova Cierito, D. E., & Turpo, M. E. (2019). *Efecto de la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas a compresión, tracción y flexión del concreto $F'C=210$ kg/cm², Lima 2019*. Universidad César Vallejo, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72690>

- Cotrina Garay, N. L. (2016). USO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO PARA MEJORAR LA DUCTILIDAD EN VIGAS RECTANGULARES. *Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/2184>
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México: Cengage Learning Editores.
- Djebali, S., Bouafia, Y., Larbi, S., & Bilek, A. (2013). Mechanical Behavior of Steel-Chips-Reinforced Concrete. *Key Engineering Materials*, 592-593, 672-675. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.592-593.672>
- Espinoza Rosales, J. P., & Arquíñigo Jaimes, A. J. (2022). EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO F'C = 280 kg/cm², CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7952>
- Evaristo Yrigoin, P. A. (2018). CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS Y FIBRAS SINTÉTICAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA - HUÁNUCO. *Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/3988>
- Fernández Cánovas, M. (1982). Hormigones reforzados con fibras de acero. *Informes De la Construcción*, 34(342), 5-17. <https://doi.org/10.3989/ic.1982.v34.i342.2079>
- Gao, Y., Wang, B., Liu, C., Hui, D., Xu, Q., Zhao, Q., . . . Hong, X. (2022). Experimental study on basic mechanical properties of recycled steel fiber reinforced concrete. *REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE*, 61(1), 417-429. <https://doi.org/10.1515/rams-2022-0041>
- Gonzalez Ramos, M. E. (2018). Evaluación de la Viruta de Acero como Agregado Fino para Concreto Estructural. *Trabajo Especial de Grado de Ingeniero Civil*. Universidad

Católica Andres Bello, Guayana, Venezuela. <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/33251.pdf>

Grzymiski, F., Musiał, M., & Trapko, T. (2019). Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres. *Construction and Building Materials*, 198(1), 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.183>

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Guzmán Hidalgo, C. M., & Gárate Labajos, M. (s.f.). Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37450>

Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Instituto Nacional de Calidad. (2015). *Norma Técnica Peruana: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. (NTP 339.034).

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2009). *Norma Técnica Peruana: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. (NTP 339.035).

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2011). *CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura*. (NTP 334.001).

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a*

la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. (NTP 339.078).

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* (NTP 339.185).

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2013). *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos.* (NTP 334.009).

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados de concreto.* (NTP 400.037).

Keshavarz, Z., & Mostofinejad, D. (2019). Steel chip and porcelain ceramic wastes used as replacements for coarse aggregates in concrete. *Journal of Cleaner Production*(230), 339-351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.010>

Liew, K. M., & Akbar, A. (2020). The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 232, 117232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117232>

MACCAFERRI. (2007). *Fibras como Elemento Estructural para el Refuerzo del Hormigón.* <https://www.yumpu.com/es/document/view/33788897/fibras-como-elemento-estructural-para-el-refuerzo-del-hormigan>

Mangat, P. S., Motamedi-Azari, M., & Shakor Ramat, B. B. (1984). Steel fibre-cement matrix interfacial bond characteristics under flexure. *International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*, 6(1), 29-37. [https://doi.org/10.1016/0262-5075\(84\)90057-5](https://doi.org/10.1016/0262-5075(84)90057-5)

Montalvo Guevara, M. E. (2015). PAVIMENTOS RÍGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES. *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil.* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6117>

- Morera Barquero , A. L., Badilla Corrales, C., Mata Coto, M., & Hasbum Fernández, I. (s.f.). Diseño y Construcción de un torno de control numérico. *Proyecto de Investigación*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/521/Informe%20Proyecto%20torno%20CNC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz-Pérez, S. P., Cabrera-Alcántara, A. L., Delgado-Bravo, C. C., & Renilla-Lau, P. A. (2021). Comportamiento físico-mecánico del hormigón adicionando residuos de acero: una revisión literaria. *Revista UIS Ingenierías*, 21(1), 57-72.
<https://doi.org/10.18273/revuin.v21n1-2022005>
- Neira Ramos , A. J. (2022). Adición de virutas de acero reciclado para mejorar las propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en construcciones de edificaciones, Arequipa 2022. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Cesar vallejo, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/101678>
- Rafael Saavedra, B. A., & Reynal Benites, A. (2020). Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto $F'C=210$ kg/cm², Trujillo 2020. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. <https://hdl.handle.net/11537/26571>
- Sánchez De Guzmán , D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá, Colombia: BHANDAR EDITORES LTDA.
- Sotil Levy, A. J., & Zegarra Riveros, J. E. (2015). Análisis Comporativo del Comportamiento del Concreto sin Refuerzo, Concreto Reforzado con Fibras de Acero Wirand FF3 y Concreto Reforzado con Fibras de Acero Wirand FF4 Aplicado a Losas Industriales de Pavimento Rígido. *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/10757/581616>
- Soto Cueva, J. C. (2018). “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO DE $f_c' = 210$ kg/cm² REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO-HUANUCO-2016. *Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/3497>

Toribio Huamani, D. R., & Ugaz Arenas, J. A. (2021). Evaluación del Concreto Reforzado con Fibras de Acero Recicladas para Mejorar las Propiedades de un Pavimento Rígido. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.

https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8860/toribio_hdr-ugaz_aja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Torre Carrillo, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto*. Lima, Perú.

Urbina Castro, J. G. (2022). Influencia del tamaño y dosificación de viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión en concreto 210kg/cm². *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/103051>

Velasquez Velasquez, M. E. (2020). Análisis Comparativo de Resistencia a Compresión Simple y Tracción Indirecta de Concreto Reforzado con Virutas de Acero Reciclado. *Proyecto de Graduación para Optar por el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil*. Universidad Latina, San José, Costa Rica.

<https://hdl.handle.net/20.500.12411/244>



Wang, Y., Wu, H. C., & Li, V. C. (2000). Concrete Reinforcement with Recycled Fibers. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 12(4), 314-319.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2000\)12:4\(314\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2000)12:4(314))

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente
¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en Huánuco?	Evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en Huánuco.	La incorporación de fibras de acero reciclado, mejoran las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en Huánuco.	X: Fibras de acero reciclado
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente
¿Cuál es la morfología de las fibras de acero reciclado para la incorporación en el concreto $f'_c=210$ kg/cm ² ?	Caracterizar las fibras de acero reciclado en términos de morfología para la incorporación en el concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .		
¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , en la consistencia del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² ?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , en la consistencia del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , no afecta la consistencia del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	
¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² ?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , mejoran la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	Y: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ²
¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² ?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	La incorporación de fibras de acero reciclado en longitudes de 4,6 y 8cm, considerando dosificaciones del 20, 40 y 60 kg/m ³ , mejoran la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	
¿Cuál es la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe adicionar para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² ?	Determinar la relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar para mejorar las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	La relación óptima de longitud y dosificación de fibras de acero reciclado que se debe de adicionar es la de 6 cm y 40kg/kgm ³ para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm ² .	

	ENSAYO DE LABORATORIO			Código : EC - CRFARI -L4	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)			Lugar : Huánuco	
				Fecha : 15-12-2023	
				Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=4CM Y P=20KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
 JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS
TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2
 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA : ANDABAMBA - PILLCOMARCA
FECHA DE EMISION : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 20Kg/m3
 2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
 3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial
 4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
 5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)


DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm2)
	S/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA												
CILINDRICA												
CILINDRICA												

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm2)
	S/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			

Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm2)	Promedio

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFA3 - L6	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=6CM Y P=60KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : ANDABAMBA - PILLCOMARCA

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 60Kg/m³

2. Presentación : Especímenes Prismáticos (Vigas)

3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)

4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M

5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

Medición de las muestras luego de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)							
PRISMÁTICA (VIGA)							
PRISMÁTICA (VIGA)							

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)											
PRISMÁTICA (VIGA)											
PRISMÁTICA (VIGA)											

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				

Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio

Anexo N° 03: Validación del (de los) Instrumento (s) por Jueces



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN



TESIS : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO"

TESISTAS : Bejarano Espinoza, Carlos Emanuel
Villaverde Aira, Jean Marconi

DATOS INFORMATIVOS DEL EXPERTO

1.0. APELLIDOS Y NOMBRES : VIGO ROJAS ROBIN ALFREDO
 2.2. TÍTULO Y/O GRADO : INGENIERO CIVIL
 3.0. CENTRO DE LABORES : UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
 4.0. ESPECIALIDAD O CARGO : ESPECIALISTA DEL LABORATORIO DE GEOTECNIA
 5.0. INSTRUMENTOS :

- A. ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (NTP 400.021 - NTP 400.022 - ASTM C127-88)
- B. ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS FINOS (NTP 400.012 - ASTM C 136)
- C. ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS GRUESOS (NTP 400.012 - ASTM C 136)
- D. ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (NTP 400.017, MTC E203)
- E. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (NTP 339.185, ASTM D2216-19)
- F. ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND (NTP 339.035 - ASTM C 143/143)
- G. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034 - ASTM C 39/C 39M)
- H. ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

PUNTUACIÓN

RANGO	DESCRIPCION
0-5	NO aplicable
5-10	No válido, reformular
10-15	Válido, aplicar
15-20	Válido, Excelente aplicar

EVALUACION

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS	VALORACIÓN			
		MALO 1	REGULAR 2	BUENO 3	MUY BUENO 4
CLARIDAD	¿Están Formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión?				4
OBJETIVIDAD	¿Están expresados en datos medibles u observables?				4
COHERENCIA	Existe relacion del contenido con los indicadores y de las variables				4
PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y su valores son apropiados				4
SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y claridad de items en los instrumentos				4

OBSERVACIONES

LOS FORMATOS DEMUESTRAN UN ENFOQUE INTEGRAL, LO CUAL GARANTIZA LA CALIDAD Y ESTABLECE UN ESTANDAR PARA LA EJECUCION DE ENSAYOS.

DECISIÓN DEL EXPERTO

El instrumento debe ser aplicado : Si (X) No ()



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL

Anexo N° 04: Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Ing. Robin Alfredo Vigo Rojas.....

, como responsable de elaborar los ensayos del laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, **ACEPTO** participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO", cuyo objetivo es evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² considerando diversas longitudes y dosificaciones de fibra.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación. Esta contribución promete profundizar el conocimiento sobre el uso de fibras como refuerzo al concreto en Huánuco, especialmente considerando que las fibras que se emplean son productos desechables producidos en los talleres mecánicos.

Como responsable de elaborar los ensayos del laboratorio me comprometo a brindar el apoyo técnico necesario y a exigir el cumplimiento de los procedimientos en base a las normas técnicas peruanas e internacionales.

Este trabajo de investigación corresponde a los bachilleres Jean Marconi Villaverde Aira y Carlos Emanuel Bejarano Espinoza, ex alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, quienes están asesorados por el Ing. Moisés Edgard Torres Ramírez.

Por último, los responsables del proyecto podrán divulgar la información estrictamente para fines de esta investigación.




DNI: 43091418

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, ARTURO SOBRADO SUÁREZ

, como responsable administrativo del establecimiento mecánico torno "Unión", **ACEPTO** participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO", cuyo objetivo es evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² considerando diversas longitudes y dosificaciones de fibra.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación. Esta contribución promete profundizar el conocimiento sobre el uso de fibras como refuerzo al concreto en Huánuco, especialmente considerando que las fibras que se emplean son productos desechables producidos en los talleres mecánicos.

Como responsable del establecimiento me comprometo a brindar el apoyo técnico necesario y disponer los desechos mecánicos en forma de viruta provenientes de los trabajos de moldeado de acero, de manera gratuita.

Este trabajo de investigación corresponde a los bachilleres Jean Marconi Villaverde Aira y Carlos Emanuel Bejarano Espinoza, ex alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, quienes están asesorados por el Ing. Moisés Edgard Torres Ramírez.

Por último, los responsables del proyecto podrán divulgar la información estrictamente para fines de esta investigación.



 DNI: 22426695

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Balderrama Cortón José Miguel.....

, como responsable administrativo del establecimiento mecánico torno "Ramos", **ACEPTO** participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO", cuyo objetivo es evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² considerando diversas longitudes y dosificaciones de fibra.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación. Esta contribución promete profundizar el conocimiento sobre el uso de fibras como refuerzo al concreto en Huánuco, especialmente considerando que las fibras que se emplean son productos desechables producidos en los talleres mecánicos.

Como responsable del establecimiento me comprometo a brindar el apoyo técnico necesario y disponer los desechos mecánicos en forma de viruta provenientes de los trabajos de moldeado de acero, de manera gratuita.



Este trabajo de investigación corresponde a los bachilleres Jean Marconi Villaverde Aira y Carlos Emanuel Bejarano Espinoza, ex alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, quienes están asesorados por el Ing. Moisés Edgard Torres Ramírez.

Por último, los responsables del proyecto podrán divulgar la información estrictamente para fines de esta investigación.



DNI: 42288574

Anexo N° 05: Resultados de los Ensayos de Agregados

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - CH - 01	
	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO (NTP 339.185 , ASTM C566)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 05-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
: VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO

MATERIAL : AGREGADO FINO Y GRUESO

MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
1	Peso del Recipiente	g	63.7	78.0	54.4
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	500.1	585.1	605.9
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	497.2	581.9	601.5
4	Peso del agua	g	2.9	3.2	4.4
5	Peso muestra seca	g	433.5	503.9	547.1
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.67	0.64	0.80
PROMEDIO :			0.70%		

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
1	Masa del Recipiente	g	70.5	69.5	69.6
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	523.6	524.6	529.9
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	516.8	517.9	523.2
4	Peso del agua	g	6.8	6.7	6.7
5	Peso muestra seca	g	446.3	448.4	453.6
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.52	1.49	1.48
PROMEDIO :			1.50%		




Ing. César Rodin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - AGF - 01	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO (NTP 400.012 , ASTM C136)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 06-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM²
 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
 : VILLAVEVERDE AIRA, JEAN MARCONI
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO
MATERIAL : AGREGADO FINO
MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVEVERDE

REGISTRO Y CÁLCULO DE DATOS

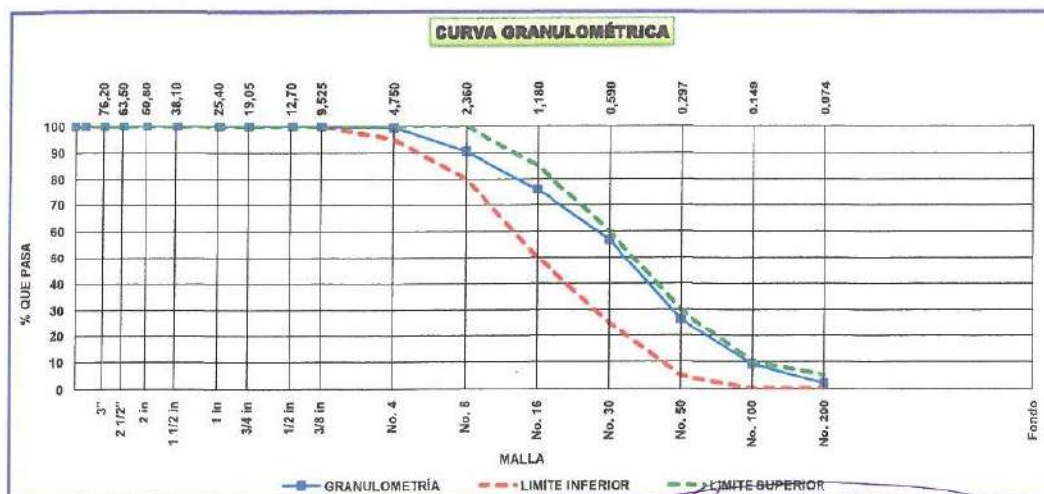
Peso inicial seco + Peso tara (g) :	2661.8	Proceso en :	Seco al horno
Peso tara (g) :	409.9	Empleo de equipo de agitación :	No
Peso muestra seca (g) :	2251.9	Empleo de agente dispersante :	No


AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		ESPECIFICACIÓN (% permisible (g))		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
Designación ASTM E11		Límite Inferior	Límite Superior				
Pulg.	mm						
4 in	100.00 mm	100.00	100.00				100.0
3 1/2 in	90.00 mm	100.00	100.00				100.0
3 in	75.00 mm	100.00	100.00				100.0
2 1/2 in	63.00 mm	100.00	100.00				100.0
2 in	50.00 mm	100.00	100.00				100.0
1 1/2 in	37.50 mm	100.00	100.00				100.0
1 in	25.00 mm	100.00	100.00				100.0
3/4 in	19.00 mm	100.00	100.00				100.0
1/2 in	12.50 mm	100.00	100.00				100.0
3/8 in	9.50 mm	100.00	100.00	3.6	0.16	0.16	99.8
No. 4	4.75 mm	95.00	100.00	8.0	0.36	0.52	99.6
No. 8	2.36 mm	80.00	100.00	204.2	9.07	9.58	90.4
No. 16	1.18 mm	60.00	85.00	329.8	14.65	24.23	75.8
No. 30	600 µm	25.00	60.00	430.5	19.12	43.35	56.7
No. 60	300 µm	5.00	30.00	680.9	30.24	73.58	26.4
No. 100	150 µm	0.00	10.00	389.5	17.30	90.88	9.1
No. 200	75 µm	0.00	5.00	161.9	7.19	98.07	1.9
< No. 200	FONDO	-	-	43.5	1.93	100.00	0.0
(NTP 400.037)				2251.90	100.00		

Módulo de Finura :

MF




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - AGG - 01	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO (NTP 400.012 , ASTM C136)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 06-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
 : VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

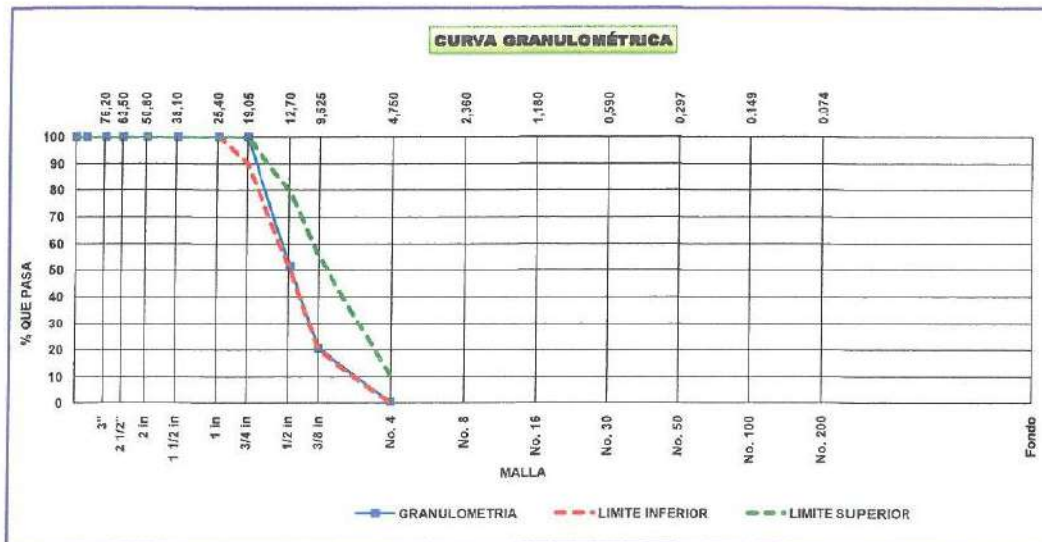
REGISTRO Y CÁLCULO DE DATOS


Peso inicial seco + Peso tara (g) :	3595.1	Proceso en :	Seco al horno
Peso tara (g) :	405.7	Empleo de equipo de agitación :	No
Peso muestra seca (g) :	3189.4	Empleo de agente dispersante :	No


AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		ESPECIFICACIÓN (% permisible (g))		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
Designación ASTM E11		Limite Inferior	Limite Superior				
Pulg.	mm						
4 in	100.00 mm	100.00	100.00				100.0
3 1/2 in	90.00 mm	100.00	100.00				100.0
3 in	75.00 mm	100.00	100.00				100.0
2 1/2 in	63.00 mm	100.00	100.00				100.0
2 in	50.00 mm	100.00	100.00				100.0
1 1/2 in	37.50 mm	100.00	100.00				100.0
1 in	25.00 mm	100.00	100.00				100.0
3/4 in	19.00 mm	90.00	100.00				100.0
1/2 in	12.50 mm	50.00	79.00	1554.9	48.75	48.75	51.2
3/8 in	9.50 mm	20.00	55.00	978.3	30.67	79.43	20.6
No. 4	4.75 mm	0.00	10.00	640.0	20.07	99.49	0.5
< No.4	FONDO			16.2	0.51	100.00	
<i>(NTP 400.037)</i>				3189.40	100.00		

Módulo de Finura : MF 3.75
Tamaño Máximo Nominal : TMN 102
Tamaño Máximo : TM 204




 Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - PUSC - 01	
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO (NTP 400.017 , ASTM C29 / C29M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 06-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2
CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
: VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO

MATERIAL : AGREGADO FINO

MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE


DENSIDAD APARENTE SUELTA



IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Masa del molde (kg)	1.782	1.782	1.782	
Volumen de molde (m ³)	0.002814	0.002814	0.002814	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	6.268	6.252	6.258	
Masa de muestra suelta (kg)	4.486	4.470	4.476	
Densidad aparente Suelta (kg/m ³)	1594.23	1588.54	1590.67	1591.15

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA

IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Masa del molde (kg)	1.782	1.782	1.782	
Volumen de molde (m ³)	0.002814	0.002814	0.002814	
Masa de molde + muestra consolidada (kg)	6.800	6.816	6.774	
Masa de muestra consolidada (kg)	5.018	5.034	4.992	
Densidad aparente Consolidada (kg/m ³)	1783.29	1788.98	1774.05	1782.11
Método utilizado en la consolidación de la muestra	Rodding (Varillado)			




 Ing. Civil Roberto Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - PUSC - 02	
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO (NTP 400.017 , ASTM C29 / C29M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 06-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2
 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
 : VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

DENSIDAD APARENTE SUELTA


IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Masa del molde (kg)	5.832	5.832	5.832	
Volumen de molde (m3)	0.014076	0.014076	0.014076	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	26.182	26.424	26.146	
Masa de muestra suelta (kg)	20.350	20.592	20.314	
Densidad aparente Suelta (kg/m3)	1445.69	1462.88	1443.13	

DENSIDAD APARENTE SUELTA

IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Masa del molde (kg)	5.832	6.832	7.832	
Volumen de molde (m3)	0.014076	0.014076	0.014076	
Masa de molde + muestra consolidada (kg)	27.952	27.960	28.012	
Masa de muestra consolidada (kg)	22.120	21.128	20.180	
Densidad aparente Consolidada (kg/m3)	1571.43	1500.96	1433.61	
Método utilizado en la consolidación de la muestra	Rodding (Varillado)			




 Ing. Civil Roberto Augusto ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - PEA - 01	
	ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (NTP 400.022 , ASTM C128)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 07-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F^c=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
: VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO

MATERIAL : AGREGADO FINO

MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

REGISTRO Y CÁLCULO DE DATOS

MÉTODO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

<input type="checkbox"/>	Secado al horno
<input checked="" type="checkbox"/>	Desde su Humedad Natural



ITEM	DATOS DE ENSAYO / N° DE PRUEBA	1	2	3
A	Peso de material SSS (aire) (g)	517.70	596.10	321.10
B	Peso de fiola + agua	642.00	641.90	642.00
C	Peso de fiola + muestra S.S.S.+ agua	965.50	1013.60	843.00
D=(A+B)-C	Vol. de masa + Vol. Vacios (bruto)	194.20	224.40	120.10
E	Peso de material seco en horno (g)	512.00	587.10	317.20
F=D-(A-E)	Volumen de masa (neto)	188.50	215.40	116.20

ABSORCION (%) = ((A-E/E)*100)				PROMEDIO
	1.11	1.53	1.23	1.29

P.e. Bulk (Base seca) =E/D				PROMEDIO
	2.64	2.62	2.64	2.63
P.e. Bulk (Base saturada) =A/D	2.67	2.66	2.67	2.67
P.e. Aparente (Base seca) =E/F	2.72	2.73	2.73	2.72




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - PEA - 02	
	ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.021 , ASTM C127)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 07-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
 : VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

REGISTRO Y CÁLCULO DE DATOS

MÉTODO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Secado al horno
 Desde su Humedad Natural

ITEM	DATOS DE ENSAYO / N° DE PRUEBA	1	2	3
A	Peso de material SSS (aire) (g)	1164.90	1148.60	1110.60
B	Peso de material SSS (agua) (g)	680.35	660.01	641.80
C=A-B	Vol. Masa + Vol. Vacios (Bruto)	484.55	488.59	468.80
D	Peso de material seco en horno (g)	1154.60	1139.10	1100.20
E=C-(A-D)	Volumen de masa neto	474.25	479.09	458.40

$ABSORCION (\%) = ((A-D/D) \cdot 100)$				PROMEDIO
	0.89	0.83	0.95	0.89

P.e. Bulk (Base seca) = D/C P.e. Bulk (Base saturada) = A/C P.e. Aparente (Base seca) = D/E				PROMEDIO
	2.38	2.33	2.35	2.35
	2.40	2.35	2.37	2.37
	2.43	2.38	2.40	2.40




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

Anexo N° 06: Resultados del Diseño de Mezcla del concreto convencional y con fibra

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - DM - 01	
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Lugar : Huánuco	
	Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1)	Fecha : 15-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

TESISTAS : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
: VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

ACI 211.1. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.

Este procedimiento propuesto por el comité ACI 211.1, está basado en el empleo de tablas confeccionadas mediante ensayos de los agregados, el cual nos permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica del concreto.

A. DATOS DE INGRESO:

Tipo de Estructura.

Según el tipo de estructura proyectada, se tendrá que establecer asentamientos para el diseño de la Mezcla de concreto.

Tipo de Estructura proyectada:

Losas y pavimentos

1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Cemento

Marca	Cemento Andino Premium	(Cumple NTP 334.009 y ASTM C-150)
Tipo	I	
Procedencia	Huánuco	
Densidad relativa	3.15 gr/cm ³	

Agua

Peso específico	1000 kg/m ³
-----------------	------------------------

Agregados

	fino	grueso
Cantera	Huancachupa	Huancachupa
Peso unitario suelto, kg/m ³	---	---
Peso unitario compactado, kg/m ³	---	1502
Peso específico seco, kg/m ³	2630	2350
Módulo de fineza	2.42	---
TMN	---	1/2"
% de absorción	1.29 %	0.80 %
Contenido de humedad, %	1.5 %	0.7 %

2. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

Resistencia a la compresión especificada	210 kg/cm ²
Aire incorporado	NO

3. CONDICIONES AMBIENTALES Y DE EXPOSICIÓN

Lugar	Laboratorio
Temperatura promedio ambiente	20 °C
Humedad relativa	80 %
Condición de exposición	Normales

4. RESISTENCIA REQUERIDA

En este caso la norma técnica E.060, nos indica utilizar la siguiente tabla para determinar la resistencia requerida promedio a la compresión, cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Tabla 1

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1f'c + 5.0$

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.060 (2020).

Para nuestro caso de $f'c = 210$ kg/cm², se tendrá un equivalente de $f'cr = 210$ kg/cm² + 84kg/cm²

Resistencia requerida promedio :

Desviación estándar : Si No Per a utilizar =



Ing. Civil Robin Alpea VICO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UDVREVAL

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO:**PASO 1. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

En caso de que no se detalla el asentamiento del diseño, se puede seleccionar un valor apropiado para el asentamiento de la siguiente tabla. Los rangos de asentamientos que se muestran se aplican cuando se utiliza vibración para consolidar el concreto (ACI Comité 211, 2009).

Tabla 2
Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras

Tipo de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Para nuestro diseño, Slump recomendado :

3 "

PASO 2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO

Las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras, por lo general determinan el tamaño máximo del agregado; sin embargo, esto también se ve influenciado por la producción, transporte y colocación.

Para nuestro diseño, Tamaño Máximo Nominal:

TMN :

1/2 "

PASO 3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE Y VOLUMEN DEL AGUA

El ACI 211 establece una tabla que proporciona aproximadamente el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso; así mismo, la cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido.

CONTENIDO DE AIRE

Tabla 3
Contenido de aire atrapado

TNM del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Para nuestro diseño, Contenido de aire:

TMN	Contenido de Aire
1/2 "	2.5 %

VOLUMEN DEL AGUA

Tabla 4
Volumen de agua por m³

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TMN agregados y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

Para nuestro diseño, volumen del agua:

TMN	ACI
1/2 "	216, lt

PASO 4. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

El ACI 211 establece una tabla que proporciona la relación agua/cemento de una mezcla de concreto en función a la resistencia requerida. Para nuestro caso, al tener exactamente un valor de a/c para un $f_c = 294 \text{ kg/cm}^2$, se tendrá que hacer una interpolación.



[Firma manuscrita]
Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL

Tabla 5
Relación de agua/cemento por resistencia

f'c Kg/cm2	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Nota. Adaptado del ACI Comité 211 (2009).

Para nuestro diseño, haciendo una interpolación de valores:

fc	a/c
294 kg/cm2	0.56

PASO 5. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

La cantidad de cemento por unidad de volumen de hormigón está fijada por la división de los valores obtenidos anteriormente, (paso 3/paso 4).

Para nuestro diseño, se tiene la cantidad de cemento:

cemento
385.71 kg

PASO 6. CÁLCULO DEL PESO DE LOS AGREGADOS

La siguiente tabla nos muestra valores aproximados de la cantidad de agregados en volumen.

Tabla 6
Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TNM del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de finura del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Adaptado del ACI Comité 211 (2009).

Según propiedad de nuestro material fino:

Módulo de finura :

fino
2.42

Entonces, para el valor del módulo de finura, se calcula el valor b/bo mediante interpolación

TMN G	b/bo según Módulo de finura del Fino			b/bo
	2.4	2.42	2.6	
1/2"	0.59	X	0.57	0.59

Donde:

b : peso seco del agregado grueso
bo : peso unitario compactado del agregado grueso

Según propiedad de nuestro material fino, se tiene:

bo :

1502 kg

Multiplicando el valor de (bo) por (b/bo), obtendremos el valor de b (peso seco del agregado grueso):

b :

886.18 kg

valores aproximados de la cantidad de agregados en volumen:



[Handwritten Signature]
Ing. Civil **Roberto VISO ROJAS**
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

Material	Peso seco	P. específico	volumen
Cemento (kg)	385.71 kg	3150 kg/m ³	0.122 m ³
Agua (lt)	216. lt	1000 kg/m ³	0.216 m ³
Agregado grueso (kg)	886.18 kg	2350	0.377 m ³
Aire (%)	2.5 %		0.025 m ³
TOTAL			0.74 m³

PASO 7. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Habiéndose calculado y obtenido los valores de los componentes del concreto, a excepción del agregado fino, la cantidad de este último será obtenida al restar al volumen unitario del concreto, los volúmenes absolutos de los otros elementos (cemento, agua, agregado grueso y aire).

Cálculo del volumen del agregado fino

$$\left[\text{Volumen agregado fino (m}^3\text{)} \right] = 1\text{m}^3 - \left[\text{volumen estimado (cemento + agua + aire + agregado grueso)} \right]$$

Volumen del agregado fino = **0.26 m³**

Teniéndose el peso específico de agregado fino, se calcula el peso en estado seco del agregado fino multiplicando el volumen por el peso específico

Peso seco A.F = **683.3 kg**

PASO 8. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Material	Peso seco/m ³
Cemento	385.71 kg
Agua	216. lt
Agregado Grueso	886.18 kg
Agregado Fino	683.3 kg
Aire	2.5 %

PASO 9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Las cantidades de agregado que realmente se pesarán para el concreto deben permitir la humedad en los agregados. Generalmente los áridos estarán húmedos y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que contienen, tanto absorbida como superficial. (ACI comité 211, 2009, p.13)
Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco.

1. El peso del agregado húmedo se calculará según la siguiente fórmula:

$$\left[\text{Peso del agregado húmedo (kg)} \right] = \text{Agregado seco (kg)} \cdot [1 + \% \text{humedad}/100]$$

Fino : **694.057 kg**

Grueso : **892.38326 kg**

2. El aporte de humedad de los agregados se calculará según la siguiente fórmula

$$\left[\text{Aporte de Humedad (lt)} \right] = \text{Agregado seco (kg)} \cdot [\% \text{humedad} - \% \text{Absorción}]/100$$

Fino **1.43598 lt**

Grueso **-1.683742 lt**

Cálculo del agua efectiva

$$\left[\text{Agua Efectiva (lt)} \right] = \text{Agua de la mezcla (lt)} - \left[\text{Aporte de Humedad de agregados (lt)} \right]$$

Agua efectiva = **216.247762 lt**

PASO 10. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO HÚMEDO

Material	Peso húmedo/m ³
Cemento	385.71 kg
Agua	216.25 lt
Agregado Grueso	892.38 kg
Agregado Fino	694.06 kg
Aire	2.5 %



[Firma manuscrita]
Ing. Civil **Roberto Alfredo VIGO ROJAS**
Técnico Responsable de Laboratorio de Gestión - UNHEVAL

PASO 11. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

Proporción del diseño por volumen



Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
0.122 m ³	0.26 m ³	0.377 m ³	0.216 m ³
1	2.1	3.1	1.8

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	216.25 lt
1	1.8	2.3	0.6



[Firma manuscrita]
 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - DMF - 01	
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-09-2023	
		Página : 1 de 1	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

TESISTAS : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
: VILLAVEREDE AIRA, JEAN MARCONI

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

A partir del diseño del concreto obtenido mediante el ACI 211.1. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, se hará la incorporación en proporciones de las Fibras de Acero Reciclado

A. DISEÑO DE MEZCLA BASE

ACI 211.1. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.

Este procedimiento propuesto por el comité ACI 211.1, está basado en el empleo de tablas confeccionadas mediante ensayos de los agregados, el cual nos permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica del concreto.

PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO BASE

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	216.25 lt
1	1.8	2.3	0.6

B. DISEÑO DE MEZCLA CON INCORPORACIÓN DE FIBRA

INCORPORACIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO EN PROPORCIÓN DE 20KG/M3

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Fibra de Acero Reciclado	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	20 kg	216.25 lt
1	1.8	2.3	0.05	0.6

INCORPORACIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO EN PROPORCIÓN DE 40KG/M3

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Fibra de Acero Reciclado	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	40 kg	216.25 lt
1	1.8	2.3	0.1	0.6


INCORPORACIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO EN PROPORCIÓN DE 60KG/M3

Proporción del diseño por Peso

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Fibra de Acero Reciclado	Agua
385.71 kg	694.06 kg	892.38 kg	60 kg	216.25 lt
1	1.8	2.3	0.16	0.6


 Ing. Civil Roberto VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

Anexo N° 07: Resultados de Caracterización de Fibras de Acero Reciclado (virutas)

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EL - CFAR	
	CARACTERIZACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 07-09-2023	
		Páginas : 2	

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

TESISTAS: : BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL
: VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA- HUÁNUCO

MATERIAL : FIBRA DE ACERO RECICLADO

MUESTREO Y ENSAYO : C. BEJARANO Y J. VILLAVERDE

A. MATERIAL

Las fibras son obtenidas a través de un proceso de corte manual, aplicando cortes en longitudes de 4cm, 6cm y 8cm. En relación a las medidas (Longitud, ancho y espesor), se obtiene variabilidad debido a su forma irregular.

MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO					MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO					MORFOLOGÍA - FIBRAS DE ACERO RECICLADO				
LONGITUD 4 CM					LONGITUD 6 CM					LONGITUD 8 CM				
N° Muestra	Masa (gr)	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	N° Muestra	Masa (gr)	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	N° Muestra	Masa (gr)	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1	0.640	4.00	4.00	1.00	1	0.677	5.50	3.50	0.50	1	1.379	7.80	4.00	1.00
2	0.446	4.40	3.50	0.50	2	0.565	6.00	3.00	0.30	2	1.039	7.80	3.00	1.00
3	0.340	4.40	3.00	0.30	3	0.719	6.10	3.50	0.50	3	1.028	7.80	4.00	0.50
4	0.518	3.80	3.00	1.00	4	0.974	6.00	4.00	1.00	4	0.834	8.20	3.50	0.50
5	0.402	4.20	3.00	0.30	5	0.643	6.10	3.00	0.30	5	0.773	7.80	3.00	0.50
6	0.346	3.80	3.00	0.30	6	0.678	6.10	3.50	0.30	6	0.857	8.30	3.00	0.50
7	0.534	3.70	3.00	1.00	7	0.662	6.10	3.00	0.50	7	0.837	8.00	2.50	0.60
8	0.713	3.90	4.00	1.00	8	0.729	5.80	3.50	0.60	8	0.784	7.50	3.00	0.30
9	0.360	3.90	3.00	0.30	9	0.743	5.80	3.50	0.80	9	1.132	8.20	2.00	1.00
10	0.656	4.30	4.00	1.00	10	0.884	6.10	3.50	0.70	10	1.530	8.10	4.00	1.00
11	0.431	3.90	3.00	0.50	11	0.528	6.10	3.00	0.50	11	0.840	7.60	3.50	0.50
12	0.425	3.70	3.50	0.30	12	0.887	6.50	3.00	0.80	12	1.090	8.20	4.00	0.60
13	0.550	4.00	3.00	1.00	13	0.697	6.20	3.00	0.50	13	0.780	7.60	3.50	0.50
14	0.418	4.00	3.50	0.30	14	1.050	5.70	4.00	1.00	14	0.808	8.10	2.50	0.50
15	0.582	4.50	3.00	0.30	15	0.790	6.10	3.00	0.70	15	0.586	8.10	3.00	0.50
16	0.354	4.50	3.00	1.00	16	0.597	6.20	3.00	0.50	16	0.750	8.20	2.00	0.50
17	0.371	4.10	3.00	0.30	17	0.774	6.30	3.50	0.80	17	1.302	7.80	4.00	1.00
18	0.432	3.90	2.50	1.00	18	0.751	5.90	3.50	0.50	18	1.060	8.00	3.00	1.00
19	0.391	3.80	3.00	0.50	19	0.905	6.10	4.00	1.00	19	0.736	8.00	3.00	0.50
20	0.344	3.80	3.00	0.30	20	0.563	6.50	3.00	0.50	20	0.740	7.60	3.50	0.50
21	0.488	4.10	3.00	0.80	21	0.483	5.50	3.00	0.50	21	0.744	7.90	3.50	0.50
22	0.367	4.00	3.00	0.40	22	0.654	6.20	3.50	0.80	22	1.038	7.80	4.00	1.00
23	0.506	4.20	3.00	0.90	23	0.998	6.00	3.65	0.50	23	0.745	7.90	2.50	1.00
24	0.429	4.00	3.00	0.30	24	0.577	6.04	3.10	0.50	24	0.986	7.85	3.50	0.50
25	0.362	3.90	3.50	0.30	25	0.801	6.15	3.40	0.50	25	0.914	8.10	3.00	0.50
26	0.553	4.10	3.50	1.00	26	0.774	6.13	3.05	0.50	26	1.093	7.80	3.50	0.50
27	0.678	4.20	4.00	1.00	27	0.624	6.30	3.20	0.30	27	0.962	7.80	3.50	0.50
28	0.394	4.00	3.00	0.30	28	0.573	6.15	3.15	0.50	28	1.013	7.80	3.00	1.00
29	0.625	4.10	3.50	0.90	29	0.679	5.90	3.15	0.60	29	1.072	7.80	3.00	1.00
30	0.418	4.00	3.00	0.50	30	0.754	6.01	3.32	0.80	30	0.699	8.00	2.00	0.70
31	0.445	3.90	3.50	0.30	31	0.572	6.21	3.38	0.70	31	0.879	8.05	2.50	0.70
32	0.579	4.00	3.00	0.90	32	0.812	6.07	3.35	0.80	32	1.066	7.60	3.50	1.00
33	0.497	3.90	3.50	0.50	33	0.871	6.25	3.60	0.80	33	0.875	8.15	3.50	0.50
34	0.622	4.00	3.00	1.00	34	0.638	6.14	3.25	0.50	34	1.075	7.60	3.50	1.00
35	0.368	4.00	3.00	0.90	35	0.593	6.01	3.25	0.50	35	1.058	8.10	3.50	1.00
36	0.398	4.10	3.50	0.30	36	1.032	5.95	3.25	0.80	36	0.878	8.00	2.50	0.50
37	0.464	3.80	3.00	0.80	37	0.950	6.05	3.60	0.50	37	1.028	8.20	3.50	0.50
38	0.432	4.00	3.00	0.30	38	0.727	5.85	3.30	1.00	38	0.998	7.80	3.50	1.00
39	0.401	4.10	3.00	0.50	39	0.696	5.88	3.20	0.30	39	0.996	8.00	3.00	1.00
40	0.356	3.80	3.00	0.30	40	0.875	6.10	3.25	0.80	40	1.106	7.80	3.00	0.50
41	0.603	4.10	3.00	1.00	41	1.096	5.80	3.80	1.00	41	1.101	7.80	3.50	1.00
42	0.420	4.00	3.00	0.50	42	0.628	6.15	3.60	0.50	42	0.787	7.90	3.00	0.50
43	0.557	4.10	4.00	1.00	43	0.584	6.05	3.40	0.50	43	0.735	8.10	2.50	0.50
44	0.338	3.90	3.00	0.30	44	0.765	5.90	3.50	0.50	44	0.855	8.00	2.50	0.50
45	0.392	4.00	3.00	0.30	45	1.017	6.20	3.85	0.80	45	0.895	7.60	3.25	0.50
46	0.544	4.20	3.50	0.80	46	0.961	6.12	3.35	0.50	46	1.100	8.00	3.50	0.50
47	0.417	4.00	3.00	0.30	47	0.843	6.05	3.55	0.50	47	1.071	8.20	3.50	0.50
48	0.588	4.10	3.50	0.30	48	0.987	5.80	4.00	1.00	48	0.982	7.80	3.00	0.50
49	0.365	4.10	3.00	1.00	49	0.723	6.15	3.30	0.80	49	1.076	8.00	3.00	0.50



[Handwritten Signature]
 Ing. CIVIL *[Handwritten Name]*
 Cóndico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

50	0.373	4.10	3.00	0.30
51	0.446	4.00	2.50	1.00
52	0.409	3.80	3.00	0.50
53	0.356	3.80	3.00	0.30
54	0.496	4.10	3.50	0.80
55	0.383	3.90	3.00	0.40
56	0.514	4.20	3.50	0.90
57	0.437	4.00	3.00	0.30
58	0.362	3.90	3.50	0.30
59	0.543	4.10	3.50	0.80
60	0.688	4.20	4.00	1.00
61	0.398	4.00	3.00	0.30
62	0.627	4.10	4.00	1.00
63	0.421	4.00	3.50	0.50
64	0.448	3.80	3.50	0.30
65	0.587	4.00	3.00	0.90
66	0.508	3.90	3.50	0.50
67	0.622	4.20	3.00	1.00
68	0.371	4.20	3.00	0.80
69	0.403	4.10	3.00	0.30
70	0.468	3.90	3.00	0.80
71	0.436	4.00	3.00	0.30
72	0.407	3.80	3.00	0.50
73	0.366	3.80	3.00	0.30
74	0.509	4.10	3.00	1.00
75	0.426	4.00	3.00	0.50
76	0.561	4.10	4.00	1.00
77	0.348	4.00	3.00	0.30
78	0.398	4.00	3.00	0.30
79	0.556	4.20	3.50	1.00
80	0.415	4.00	3.50	0.50
81	0.589	4.20	3.00	0.30
82	0.376	4.20	3.50	1.00
83	0.384	4.10	3.00	0.30
84	0.448	3.90	2.50	1.00
85	0.413	3.80	3.00	0.50
86	0.368	3.80	3.00	0.30
87	0.392	4.00	4.00	1.00
88	0.445	4.00	3.00	0.30
89	0.590	4.00	4.00	1.00
90	0.650	4.10	4.00	0.50
91	0.425	3.90	3.50	0.30
92	0.420	3.70	3.50	0.50
93	0.560	3.90	4.00	0.50
94	0.420	4.10	3.50	0.30
95	0.590	4.10	3.50	1.00
96	0.340	4.10	3.00	1.00
97	0.375	4.10	3.00	1.00
98	0.435	4.00	3.50	1.00
99	0.400	3.90	3.00	0.30
100	0.360	3.90	3.50	0.30
PROMEDIO	0.462	4.014	3.240	0.610

50	0.556	6.10	3.00	0.50
51	0.829	6.15	3.40	0.80
52	0.773	6.20	3.55	0.80
53	0.619	6.01	3.18	0.50
54	0.930	6.00	3.50	1.00
55	0.752	6.30	3.40	0.50
56	0.628	6.05	3.85	0.30
57	0.680	6.00	3.85	0.50
58	0.695	6.20	3.50	0.70
59	0.869	6.05	3.20	0.30
60	0.512	6.10	3.60	0.30
61	1.070	6.10	3.45	1.00
62	0.993	5.90	3.55	0.50
63	0.844	6.20	3.50	0.70
64	0.538	6.00	3.85	0.70
65	0.948	6.00	3.25	0.70
66	0.803	6.10	3.60	0.50
67	0.591	5.80	3.40	0.70
68	0.737	6.10	3.50	0.30
69	0.915	6.00	3.95	1.00
70	0.587	6.25	3.25	0.50
71	0.928	6.20	3.55	0.80
72	0.698	6.10	3.55	0.50
73	0.663	6.20	3.90	0.30
74	0.981	5.95	3.55	0.80
75	0.683	6.20	3.50	0.50
76	0.786	6.20	3.25	0.70
77	0.529	6.00	3.00	0.50
78	0.632	6.05	3.00	0.50
79	0.749	6.10	3.20	0.30
80	0.879	6.20	3.50	0.70
81	0.836	6.20	3.00	0.80
82	0.890	6.05	3.10	0.30
83	0.641	5.95	3.00	0.50
84	0.605	6.00	3.00	0.50
85	0.885	6.05	3.50	0.80
86	0.611	6.00	3.25	0.50
87	0.930	6.10	3.55	1.00
88	0.690	5.95	3.50	0.50
89	0.528	6.10	3.00	0.50
90	0.787	6.00	3.50	0.80
91	0.560	6.00	3.00	0.30
92	0.700	6.10	3.50	0.50
93	0.615	6.00	3.50	1.00
94	0.643	6.10	3.00	0.30
95	0.578	6.10	3.00	0.50
96	0.552	6.10	3.00	0.50
97	0.729	5.80	3.25	0.80
98	0.713	5.80	3.50	0.80
99	0.650	6.10	3.50	0.80
100	0.780	6.10	3.00	0.80
PROMEDIO	0.744	6.057	3.374	0.615

50	0.895	8.50	2.50	0.50
51	1.205	8.10	4.00	0.50
52	0.964	8.20	3.00	0.50
53	1.025	8.10	3.50	0.50
54	1.133	8.00	3.50	0.50
55	0.945	8.00	3.00	0.50
56	1.054	8.00	3.50	0.50
57	1.065	7.90	3.50	0.50
58	1.041	7.80	4.00	0.50
59	1.055	8.00	4.00	0.50
60	1.045	7.90	4.00	0.50
61	1.068	7.90	4.00	0.50
62	1.081	7.90	3.50	0.50
63	1.049	8.00	3.50	0.50
64	1.145	8.00	4.00	0.50
65	0.936	8.00	3.50	0.50
66	0.845	7.90	3.00	0.50
67	0.774	8.00	2.50	0.50
68	0.987	7.80	3.50	0.50
69	0.736	8.00	2.50	0.50
70	0.856	8.00	3.00	0.50
71	0.874	7.90	3.00	0.50
72	0.745	8.00	3.00	0.50
73	1.005	7.80	4.00	1.00
74	1.025	7.80	4.00	1.00
75	1.090	7.60	4.00	1.00
76	1.030	7.80	4.00	1.00
77	1.008	7.80	4.00	1.00
78	1.008	7.80	4.00	1.00
79	0.895	8.20	3.00	0.70
80	0.736	7.90	2.50	0.50
81	0.942	8.05	3.00	0.70
82	0.896	7.85	3.00	0.70
83	0.736	8.10	2.50	0.70
84	0.895	8.10	3.00	0.70
85	0.899	7.60	3.00	0.70
86	0.945	7.90	3.00	0.70
87	0.980	8.10	3.00	0.70
88	1.099	8.10	3.50	1.00
89	0.863	7.90	3.00	0.50
90	0.867	7.80	3.00	1.00
91	0.815	7.80	3.00	1.00
92	0.795	7.80	2.50	0.50
93	0.879	8.20	3.50	0.50
94	0.849	7.80	3.00	0.50
95	0.871	7.80	2.50	0.50
96	0.739	8.00	2.50	0.60
97	0.785	7.90	3.00	0.30
98	0.785	8.20	2.00	0.70
99	0.846	8.10	2.50	0.70
100	1.083	7.80	4.00	1.00
PROMEDIO	0.946	7.937	3.208	0.653

B. DIÁMETRO EQUIVALENTE Y ESVELTEZ

Con el propósito de comparar las fibras entre sí, se establece un parámetro llamado aspecto o esbeltez. Se define como la relación entre la longitud y el diámetro o diámetro equivalente, siendo este último el diámetro del círculo cuya sección es equivalente a la superficie de la fibra.

Para el cálculo, se tiene la fórmula:

$$De = \left(\frac{4 \cdot m \cdot 10^6}{\pi \cdot L \cdot \rho} \right)^{1/2}$$

Donde:

De = Diámetro equivalente. (mm).

m = Masa de fibra. (g).

L = Longitud de fibra. (mm).

Simplificando, considerando fibra de acero:

$$De = 12.74 \left(\frac{m}{L} \right)^{1/2}$$

Para nuestro caso:

FIBRA DE ACERO RECICLADO L= 4CM	
Longitud media (cm)	4.014
Peso medio (g)	0.462
Masa volumétrica (g/cm3)	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.367

FIBRA DE ACERO RECICLADO L= 6CM	
Longitud media (cm)	6.057
Peso medio (g)	0.744
Masa volumétrica (g/cm3)	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.412

FIBRA DE ACERO RECICLADO L= 8CM	
Longitud media (cm)	7.937
Peso medio (g)	0.946
Masa volumétrica (g/cm3)	7.850
Diámetro equivalente (mm)	1.391

Esbeltez	29.361
----------	--------

Esbeltez	42.893
----------	--------

Esbeltez	57.059
----------	--------



[Handwritten Signature]
 Ing. CIVIL **ROJAS**
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL


Anexo N° 08: Resultados de los Ensayos Físico-Mecánicas del concreto



ENSAYO DE LABORATORIO

Código : EMAC-01
Lugar : Huancayo
Fecha : 15-12-2023
Página : 1 de 1

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND (NTP339.035)



INFORME DE ENSAYO DE MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 A : CARLOS EMANUEL BELARNO ESPINOZA
 JEAV MARCOMI VILLAVEDE/AIRA
 ASUNTO : ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND
 TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C-10 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECLAJADO EN HUÁNUCO
 LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
 CANTERA : ANDABAMBA - PILLCOMARCA
 FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido sin fibra y con fibra
2. Presentación : Especimenes Cilíndricos y Prismáticos
3. Equipo utilizado : Cono de Abrams, tierra compactadora, flexómetro, picahor
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.035
5. Stamp de diseño : 3"

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND (NTP339.035)

DA TOS DE INGRESO Y SALIDA

INCORPORACIÓN DE FIBRA		CODIGO	NUMERO CAPAS	Nº GOLPES POR CADA	DIMENSIONES DE MOLDE (mm)			ASETAMIENTO (SIUMF)					
PROPORCIÓN	LONGITUD				Diametro Superior	Altura	Diametro Inferior	COMPRESIÓN		FLEXIÓN		PROMEDIO	
						MC1	MC2	MC3	MP1	MP2	MP3		
NO	0 KG/M3	CSE-MC	3	25	100.00	300.00	200.00	3.15	3.02	2.95	3.15	3.05	2.95
SI	20 KG/M3	CRFARI - L4	3	25	100.00	300.00	200.00	2.95	2.80	2.55	2.95	2.80	2.87
SI	20 KG/M3	CRFARI - L6	3	25	100.00	300.00	200.00	2.75	2.85	2.70	2.75	2.85	2.77
SI	20 KG/M3	CRFARI - L8	3	25	100.00	300.00	200.00	2.55	2.50	2.45	2.55	2.50	2.50
SI	40 KG/M3	CRFAR2 - L4	3	25	100.00	300.00	200.00	2.20	2.50	2.35	2.20	2.50	2.35
SI	40 KG/M3	CRFAR2 - L6	3	25	100.00	300.00	200.00	2.10	2.13	2.17	2.10	2.13	2.13
SI	40 KG/M3	CRFAR2 - L8	3	25	100.00	300.00	200.00	2.08	2.10	2.15	2.08	2.10	2.11
SI	60 KG/M3	CRFAR3 - L4	3	25	100.00	300.00	200.00	2.05	2.10	2.11	2.05	2.16	2.09
SI	60 KG/M3	CRFAR3 - L6	3	25	100.00	300.00	200.00	2.15	2.10	1.90	2.10	2.10	1.95
SI	60 KG/M3	CRFAR3 - L8	3	25	100.00	300.00	200.00	1.95	1.70	1.80	1.65	1.70	1.80


 Ing. Civil **Alfredo VISO ROJAS**
 Técnico Responsable del Laboratorio
 de Geotecnia - UNHVAL



	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EC - CSF	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIN FIBRA

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido sin fibra

2. Presentación : Especímenes Cilíndricos

3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial

4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M

5. F'c de diseño : 210-84 kg/cm²

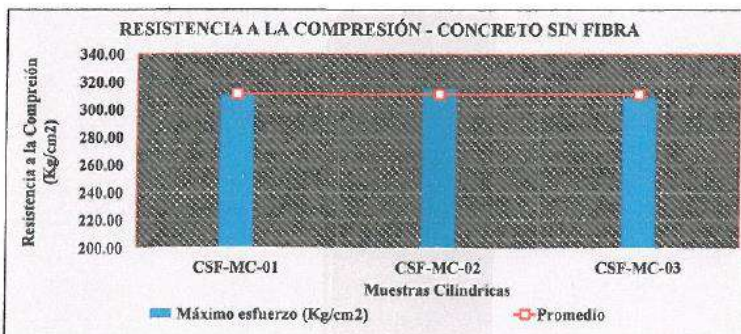
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MC-01	28/09/2023	26/10/2023	28	151.00	305.00	2	537.64	294.00
CILINDRICA	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MC-02	28/09/2023	26/10/2023	28	151.00	305.00	2	546.43	294.00
CILINDRICA	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MC-03	28/09/2023	26/10/2023	28	151.00	305.00	2	534.56	294.00

DATOS DE SALIDA


MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCION		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MC-01	28	2.02	17907.86	1.013	NO	537.64	30.42	310.20
CILINDRICA	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MC-02	28	2.02	17907.86	1.013	NO	546.43	30.92	315.30
CILINDRICA	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MC-03	28	2.02	17907.86	1.013	NO	534.56	30.24	308.36



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CSF-MC-01	310.2	311.29 Kg/cm ²
CSF-MC-02	315.3	
CSF-MC-03	308.36	




 Ing. Civil Roberto A. VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EC - CRFARI - L4	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=4CM Y P=20KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 20Kg/m³
2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

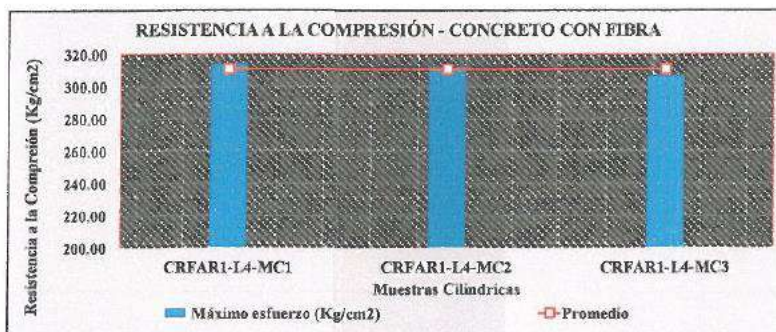
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MC1	02/10/2023	30/10/2023	28	152.00	305.00	2	552.94	294.00
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MC2	02/10/2023	30/10/2023	28	152.00	305.00	2	549.37	294.00
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MC3	02/10/2023	30/10/2023	28	152.00	305.00	2	540.12	294.00

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	552.94	30.80	314.07
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	549.37	30.61	312.14
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	540.12	30.09	306.83



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CRFARI-L4-MC1	314.07	311.01 Kg/cm ²
CRFARI-L4-MC2	312.14	
CRFARI-L4-MC3	306.83	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EC - CRFARI -L6	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (f=6CM Y P=20KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 20Kg/m³
2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

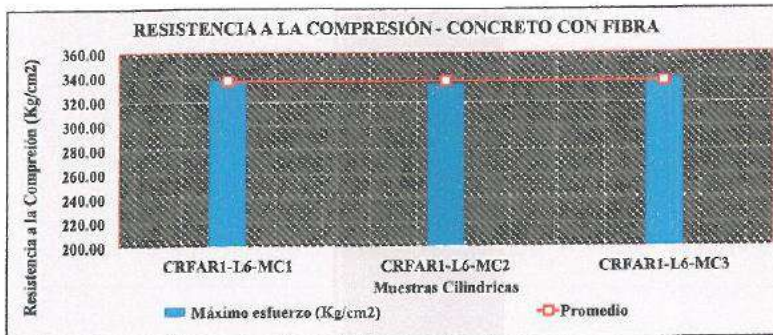
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO Ø (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (kg/cm ²)
	S/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILÍNDRICA	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MC1	03/10/2023	31/10/2023	28	152.00	305.00	2	593.88	294.00
CILÍNDRICA	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MC2	03/10/2023	31/10/2023	28	152.00	305.00	2	588.97	294.00
CILÍNDRICA	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MC3	03/10/2023	31/10/2023	28	152.00	305.00	2	596.30	294.00

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (kg/cm ²)
	S/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILÍNDRICA	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	593.88	33.09	337.42
CILÍNDRICA	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	588.97	32.81	334.57
CILÍNDRICA	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	596.30	33.22	338.75



Muestra	Máximo esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio
CRFARI-L6-MC1	337.42	336.91 kg/cm ²
CRFARI-L6-MC2	334.57	
CRFARI-L6-MC3	338.75	




 Ing. Civil Roberto Rojas
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO		Código : EC - CRFARI - L8	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)		Lugar : Huánuco	
			Fecha : 15-12-2023	
			Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=8CM Y P=20KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
 JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS
TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 8 cm y proporción de 20Kg/m³
2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

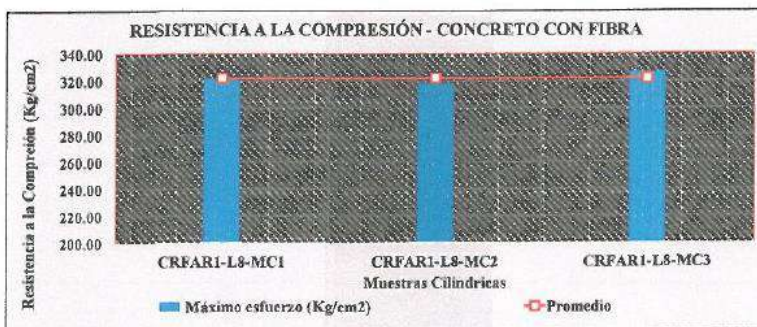
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MC1	03/10/2023	31/10/2023	28	152.00	305.00	2	566.59	294.00
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MC2	03/10/2023	31/10/2023	28	152.00	305.00	2	559.50	294.00
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MC3	03/10/2023	31/10/2023	28	152.00	305.00	2	574.76	294.00

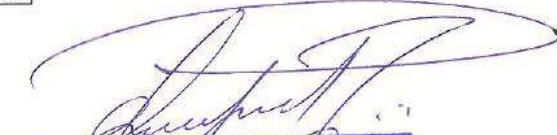
DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	566.59	31.56	321.82
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	559.50	31.17	317.85
CILINDRICA	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	574.76	32.02	326.51



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CRFARI-L8-MC1	321.82	322.06 Kg/cm ²
CRFARI-L8-MC2	317.85	
CRFARI-L8-MC3	326.51	




 Ing. Civil Róbin Alfredo VICO ROJAS
 Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO		Código : EC - CRFAR2 -L4	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)		Lugar : Huánuco	
			Fecha : 15-12-2023	
			Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=4 CM Y P=40KG/M3)

DEL	:	LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	:	CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAVARDE AJRA
ASUNTO	:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS
TESIS	:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM ² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	:	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	:	UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	:	HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	:	15/12/2023

1. Tipo de muestra	:	Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 40Kg/m ³
2. Presentación	:	Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado	:	Maquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo	:	Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño	:	210+84 kg/cm ²

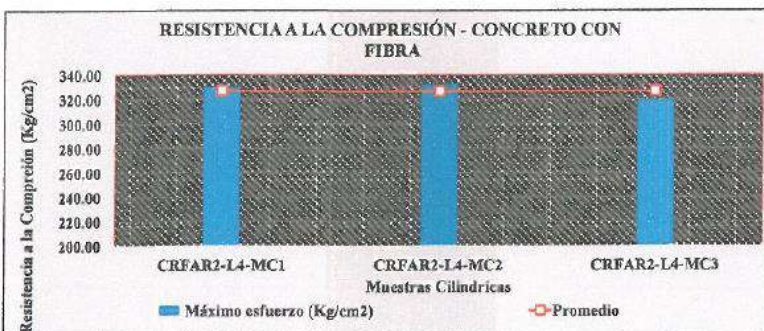
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MC1	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	580.66	294.00
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MC2	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	584.55	294.00
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MC3	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	561.26	294.00

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	580.66	32.35	329.88
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	584.55	32.57	332.12
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	561.26	31.27	318.87



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CRFAR2-L4-MC1	329.88	326.96 Kg/cm ²
CRFAR2-L4-MC2	332.12	
CRFAR2-L4-MC3	318.87	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EC - CRFAR2 - L6	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (l=6CM Y P=40KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
 JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS
TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM²
 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 40Kg/m³
2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo untaxial
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

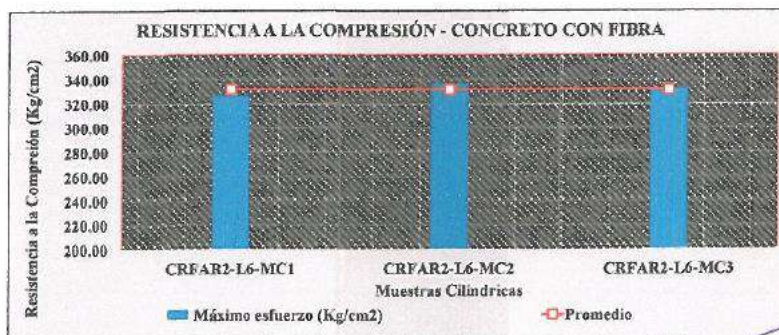
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MC1	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	574.45	294.00
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MC2	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	592.57	294.00
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MC3	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	584.73	294.00

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	574.45	32.00	326.31
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	592.57	33.01	336.61
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	584.73	32.58	332.22



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CRFAR2-L6-MC1	326.31	331.71 Kg/cm ²
CRFAR2-L6-MC2	336.61	
CRFAR2-L6-MC3	332.22	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO			Código : EC - CRFAR2 -L8	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)			Lugar : Huánuco	
				Fecha : 15-12-2023	
				Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (l=8CM Y P=40KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
 JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA
 ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS
 TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2
 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
 LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
 CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO
 FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 8cm y proporción de 40Kg/m3
 2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
 3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial
 4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
 5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm2

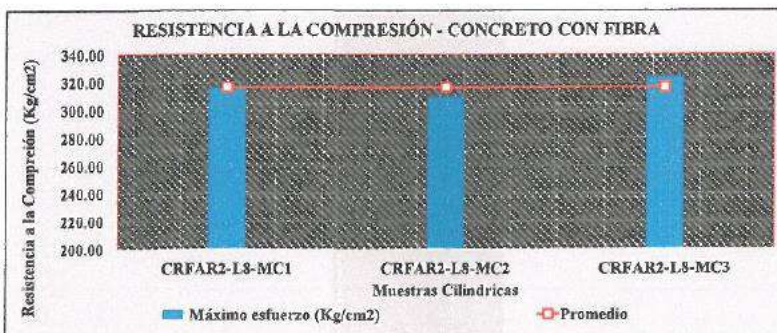
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	8 CM	CRFAR2-L8-MC1	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	556.17	294.00
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	9 CM	CRFAR2-L8-MC2	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	544.70	294.00
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	10 CM	CRFAR2-L8-MC3	04/10/2023	01/11/2023	28	152.00	305.00	2	570.40	294.00

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	8 CM	CRFAR2-L8-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	556.17	30.98	315.91
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	9 CM	CRFAR2-L8-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	544.70	30.35	309.48
CILINDRICA	SI	40 KG/M3	10 CM	CRFAR2-L8-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	570.40	31.78	324.07



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm2)	Promedio
CRFAR2-L8-MC1	315.91	316.49 Kg/cm2
CRFAR2-L8-MC2	309.48	
CRFAR2-L8-MC3	324.07	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EC - CRFAR3 -L4	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (f=4CM Y P=60KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 60Kg/m³
2. Presentación : Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

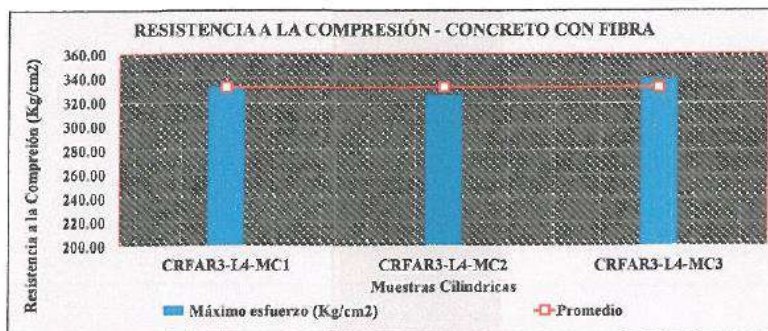
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE YACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	S/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3-L4-MC1	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	585.96	294.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3-L4-MC2	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	573.80	294.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3-L4-MC3	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	596.80	294.00

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACION ALTURA / DIAMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	S/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3-L4-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	585.96	32.64	332.84
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3-L4-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	573.80	31.97	326.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	4 CM	CRFAR3-L4-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	596.80	33.25	339.06



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CRFAR3-L4-MC1	332.84	332.63 Kg/cm ²
CRFAR3-L4-MC2	326.00	
CRFAR3-L4-MC3	339.06	




 Ing. Civil Edwin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNNEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO			Código : EC - CRFAR3 - L6	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)			Lugar : Huánuco	
				Fecha : 15-12-2023	
				Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (I=6CM Y P=60KG/M3)

DEL	:	LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	:	CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA
ASUNTO	:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS
TESIS	:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM ² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	:	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	:	UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	:	HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	:	15/12/2023

1. Tipo de muestra	:	Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 60Kg/m ³
2. Presentación	:	Especímenes Cilindricos
3. Equipo utilizado	:	Maquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo	:	Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39.C39M
5. F'c de diseño	:	210+84 kg/cm ²

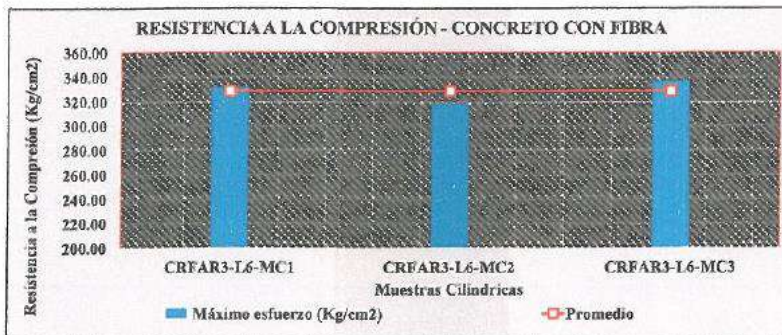
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MC1	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	583.96	294.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MC2	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	559.35	294.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MC3	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	592.16	294.00

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	583.96	32.53	331.71
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	559.35	31.16	317.74
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	592.16	32.99	336.40



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm ²)	Promedio
CRFAR3-L6-MC1	331.71	328.62 Kg/cm ²
CRFAR3-L6-MC2	317.74	
CRFAR3-L6-MC3	336.40	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO		Código : EC - CRFAR3 -L8	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M)		Lugar : Huánuco	
			Fecha : 15-12-2023	
			Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (I=8CM Y P=60KG/M3)

DEL	:	LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	:	CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA
ASUNTO	:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS
TESIS	:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	:	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	:	UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	:	HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	:	15/12/2023

1. Tipo de muestra	:	Concreto Endurecido + Fibra de longitud 8cm y proporción de 60Kg/m3
2. Presentación	:	Especímenes Cilíndricos
3. Equipo utilizado	:	Maquina de ensayo uniaxial
4. Método de ensayo	:	Normas de referencia NTP 339.034, ASTM C39/C39M
5. F'c de diseño	:	210+84 kg/cm2

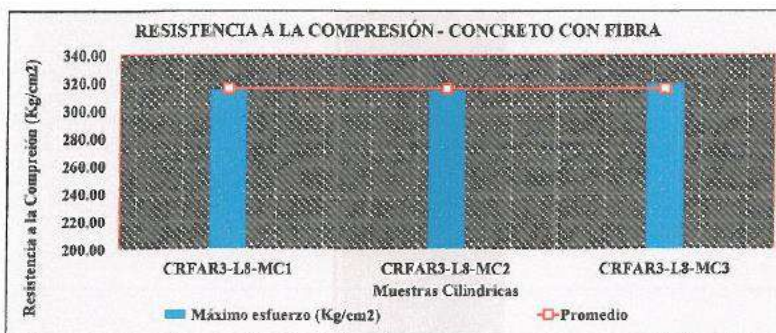
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)

DATOS DE INGRESO

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (Kn)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD									
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MC1	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	554.62	294.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MC2	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	552.81	294.00
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MC3	05/10/2023	02/11/2023	28	152.00	305.00	2	561.57	294.00

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ÁREA (mm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN		FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÁXIMO ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO DE DISEÑO (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN	LONGITUD					VALOR	APLICA			
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MC1	28	2.01	18145.84	1.011	NO	554.62	30.90	315.09
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MC2	28	2.01	18145.84	1.011	NO	552.81	30.80	314.07
CILINDRICA	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MC3	28	2.01	18145.84	1.011	NO	561.57	31.29	319.07



Muestra	Máximo esfuerzo (Kg/cm2)	Promedio
CRFAR3-L8-MC1	315.09	316.08 Kg/cm2
CRFAR3-L8-MC2	314.07	
CRFAR3-L8-MC3	319.07	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CSF	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SIN FIBRA

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
 JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM²
 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido sin fibra
 2. Presentación : Especímenes Prismáticos (Vigas)
 3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)
 4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
 5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

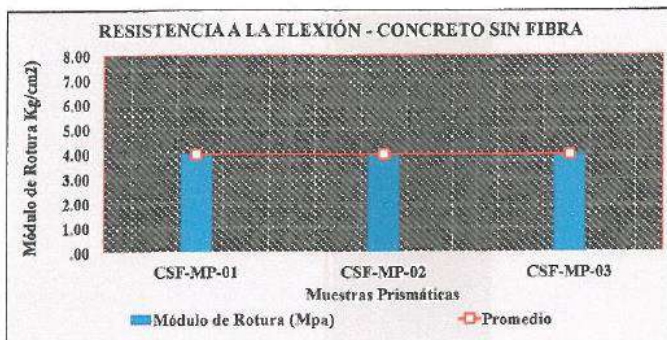
Medición de las muestras luego de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CSF-MP-01	151.5	152.0	151.5	151.5	151.5	152.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CSF-MP-02	152.0	151.5	151.0	151.0	151.5	151.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CSF-MP-03	151.5	152.0	151.5	151.5	151.5	150.5

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MP-01	28/09/2023	26/10/2023	28	600 mm	450 mm	30.83	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MP-02	28/09/2023	26/10/2023	28	600 mm	450 mm	31.11	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MP-03	28/09/2023	26/10/2023	28	600 mm	450 mm	30.42	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MP-01	28	151.7 mm	151.7 mm	150 mm	30.83	3.97	40.52
PRISMÁTICA (VIGA)	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MP-02	28	151.5 mm	151.2 mm	150 mm	31.11	4.04	41.22
PRISMÁTICA (VIGA)	NO	0 KG/M ³	0 CM	CSF-MP-03	28	151.7 mm	151.2 mm	150 mm	30.42	3.95	40.25



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CSF-MP-01	3.97	3.99 Mpa
CSF-MP-02	4.04	
CSF-MP-03	3.95	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO		Código : EF - CRFARI - L4	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)		Lugar : Huánuco	
			Fecha : 15-12-2023	
			Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=4CM Y P=20KG/M3)

DEL	:	LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	:	CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA
ASUNTO	:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
TESIS	:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	:	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	:	UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	:	HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	:	15/12/2023

1. Tipo de muestra	:	Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 20Kg/m3
2. Presentación	:	Espectmenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado	:	Maquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)
4. Método de ensayo	:	Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F'c de diseño	:	210+84 kg/cm2

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

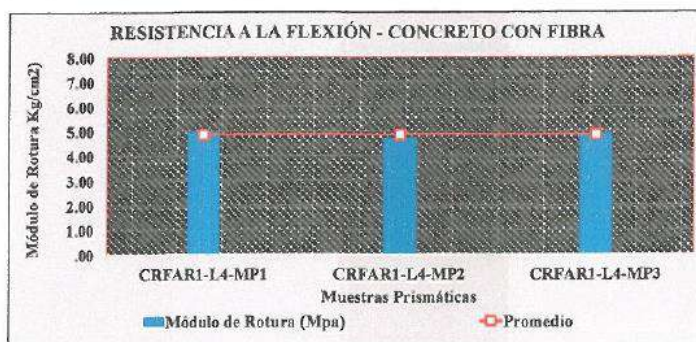
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L4-MP1	153.5	152.0	153.6	150.0	151.5	150.5
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L4-MP2	155.0	151.0	152.0	155.0	156.0	154.5
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L4-MP3	153.5	152.0	153.6	150.0	151.5	150.5

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MP1	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.28	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MP2	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.69	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MP3	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	37.86	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MP1	28	153.0 mm	150.7 mm	150 mm	38.28	4.96	50.55
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MP2	28	152.7 mm	155.2 mm	150 mm	38.69	4.73	48.27
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	4 CM	CRFARI-L4-MP3	28	153.0 mm	150.7 mm	150 mm	37.86	4.90	50.00



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFARI-L4-MP1	4.96	4.86 Mpa
CRFARI-L4-MP2	4.73	
CRFARI-L4-MP3	4.90	




 Ing. Civil Edwin Alfredo VAGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFARI - L6	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (l=6CM Y P=20KG/M3)

DEL	: LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	: CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAYERDE AIRA
ASUNTO	: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
TESIS	: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	: LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	: UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	: HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	: 15/12/2023

1. Tipo de muestra	: Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 20Kg/m ³
2. Presentación	: Especímenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado	: Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)
4. Método de ensayo	: Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F'c de diseño	: 210+84 kg/cm ²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

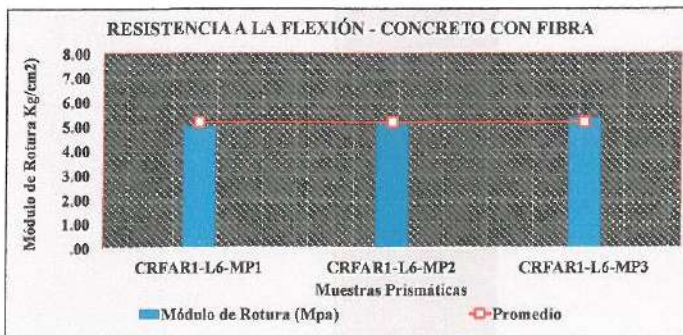
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L6-MP1	153.0	152.5	153.5	155.0	155.5	154.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L6-MP2	150.0	149.0	149.0	153.0	151.0	153.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L6-MP3	149.0	151.0	149.0	150.0	151.0	154.0

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MP1	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	40.44	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MP2	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	40.18	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MP3	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	40.95	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MP1	28	153.0 mm	154.8 mm	150 mm	40.44	4.96	50.61
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MP2	28	149.3 mm	152.3 mm	150 mm	40.18	5.22	53.24
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	6 CM	CRFARI-L6-MP3	28	149.7 mm	151.7 mm	150 mm	40.95	5.35	54.54



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFARI-L6-MP1	4.96	5.18 Mpa
CRFARI-L6-MP2	5.22	
CRFARI-L6-MP3	5.35	




 Ing. Civil Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFARI - L8	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (I-8CM Y P=20KG/M3)

DEL	: LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	: CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA
ASUNTO	: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
TESIS	: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F ^c =210 KG/CM ² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	: LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	: UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	: HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	: 15/12/2023

1. Tipo de muestra	: Concreto Endurecido + Fibra de longitud 8cm y proporción de 20Kg/m ³
2. Presentación	: Especímenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado	: Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)
4. Método de ensayo	: Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F ^c de diseño	: 210+84 kg/cm ²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

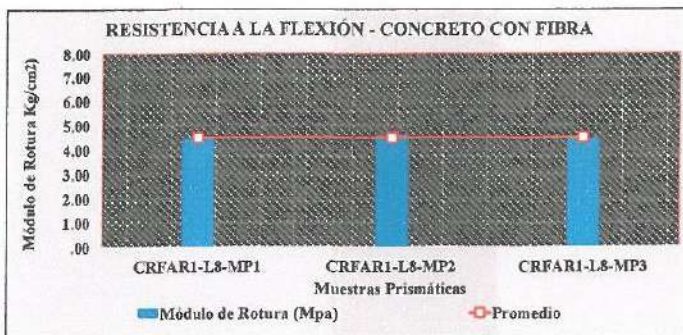
Medición de las muestras luego de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L8-MP1	150.0	151.5	150.5	150.0	150.0	150.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L8-MP2	152.0	155.0	157.0	153.0	155.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFARI-L8-MP3	153.0	152.0	151.0	149.0	150.5	151.5

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MP1	03/10/2023	31/10/2023	28	606 mm	450 mm	33.58	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MP2	03/10/2023	31/10/2023	28	606 mm	450 mm	37.55	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MP3	03/10/2023	31/10/2023	28	606 mm	450 mm	34.07	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MP1	28	150.7 mm	150.0 mm	150 mm	33.58	4.46	45.44
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MP2	28	154.7 mm	154.3 mm	150 mm	37.55	4.59	46.78
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	20 KG/M3	8 CM	CRFARI-L8-MP3	28	152.0 mm	150.3 mm	150 mm	34.07	4.47	45.53



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFARI-L8-MP1	4.46	4.50 Mpa
CRFARI-L8-MP2	4.59	
CRFARI-L8-MP3	4.47	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFAR2 - L4	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (f=4CM Y P=40KG/M3)

DEL	: LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
A	: CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA
ASUNTO	: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE AFOYADAS
TESIS	: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM ² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO
LABORATORIO	: LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
UBICACIÓN DE LAB.	: UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO
CANTERA	: HUANCACHUPA - HUÁNUCO
FECHA DE EMISIÓN	: 15/12/2023

1. Tipo de muestra	: Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 40Kg/m ³
2. Presentación	: Especímenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado	: Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)
4. Método de ensayo	: Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F'c de diseño	: 210+84 kg/cm ²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

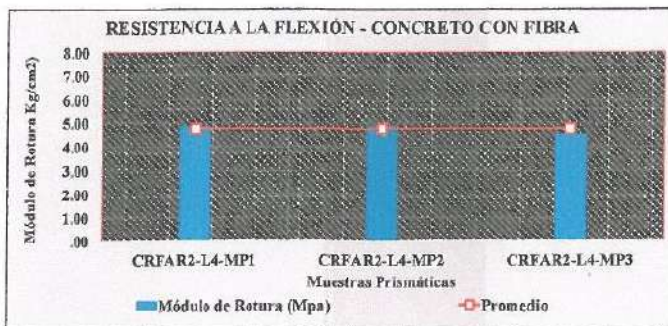
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L4-MP1	152.0	153.0	154.0	153.2	153.0	152.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L4-MP2	153.5	151.5	152.0	151.0	150.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L4-MP3	152.0	150.0	152.0	154.5	153.0	154.5

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MP1	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.61	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MP2	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.15	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MP3	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	36.15	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MP1	28	153.0 mm	152.7 mm	150 mm	38.61	4.87	49.66
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MP2	28	152.3 mm	152.0 mm	150 mm	38.15	4.88	49.75
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	4 CM	CRFAR2-L4-MP3	28	151.3 mm	154.0 mm	150 mm	36.15	4.53	46.23



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFAR2-L4-MP1	4.87	4.76 Mpa
CRFAR2-L4-MP2	4.88	
CRFAR2-L4-MP3	4.53	




 Carlos Emanuel Bejarano Espinoza
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFAR2-L6	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=6CM Y P=40KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVARDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DEL LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 40Kg/m3

2. Presentación : Especímenes Prismáticos (Vigas)

3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)

4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M

5. F'c de diseño : 210 + 84 kg/cm2

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

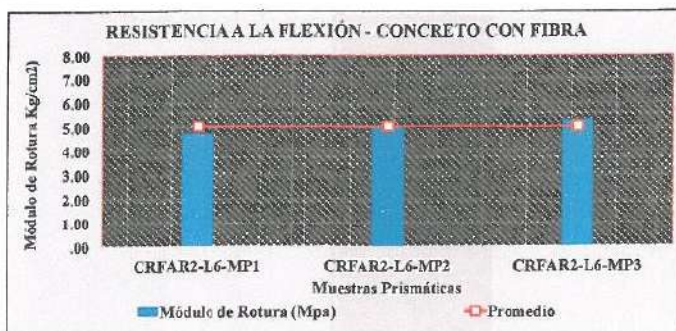
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L6-MP1	153.0	152.0	153.0	154.5	153.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L6-MP2	150.0	149.0	150.0	150.5	152.0	151.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L6-MP3	155.0	154.0	152.0	149.0	151.0	149.0

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MP1	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.23	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MP2	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.61	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MP3	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	40.57	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA


MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MP1	28	152.7 mm	154.2 mm	150 mm	38.23	4.74	48.32
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MP2	28	149.7 mm	151.2 mm	150 mm	38.61	5.08	51.77
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M3	6 CM	CRFAR2-L6-MP3	28	153.7 mm	149.7 mm	150 mm	40.57	5.30	54.05



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFAR2-L6-MP1	4.74	5.04 Mpa
CRFAR2-L6-MP2	5.08	
CRFAR2-L6-MP3	5.30	




 Ing. Civil Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNIHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFAR2 - L8	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=8CM Y P=40KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : ANDABAMBA - PILLCOMARCA

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 8cm y proporción de 40Kg/m³

2. Presentación : Especímenes Prismáticos (Vigas)

3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78 C78M)

4. Método de ensayo : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

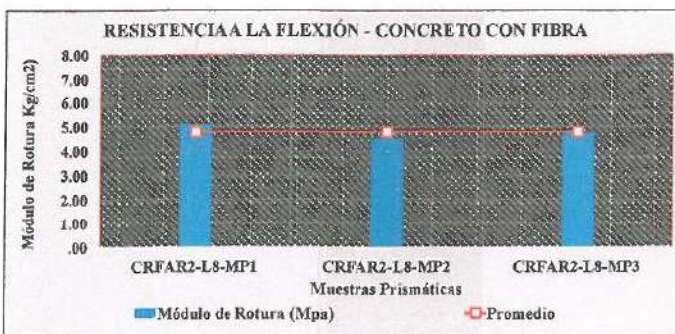
Medición de las muestras luego de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L8-MP1	151.0	149.0	149.0	151.0	149.0	151.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L8-MP2	152.5	152.5	153.0	154.5	155.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR2-L8-MP3	151.0	152.0	151.0	152.0	151.0	156.0

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M ³	8 CM	CRFAR2-L8-MP1	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.30	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M ³	8 CM	CRFAR2-L8-MP2	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	36.76	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M ³	8 CM	CRFAR2-L8-MP3	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	37.36	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA


MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M ³	8 CM	CRFAR2-L8-MP1	28	149.7 mm	150.3 mm	150 mm	38.30	5.10	51.97
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M ³	8 CM	CRFAR2-L8-MP2	28	152.7 mm	154.8 mm	150 mm	36.76	4.52	46.10
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	40 KG/M ³	8 CM	CRFAR2-L8-MP3	28	151.3 mm	153.0 mm	150 mm	37.36	4.75	48.40



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFAR2-L8-MP1	5.10	4.79 Mpa
CRFAR2-L8-MP2	4.52	
CRFAR2-L8-MP3	4.75	




Ing. Civil Edwin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFAR3-L4	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=4CM Y P=60KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F^c=210 KG/CM² CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO.

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 4cm y proporción de 60Kg/m³
2. Presentación : Especímenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78-C78M)
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F^c de diseño : 210+84 kg/cm²

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

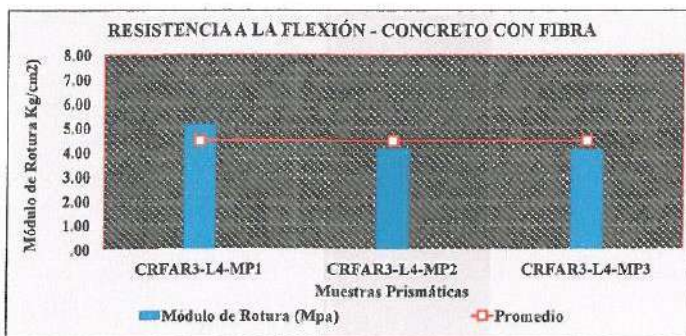
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L4-MP1	152.0	152.0	152.0	155.0	157.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L4-MP2	153.0	153.0	153.5	157.0	154.0	154.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L4-MP3	155.0	155.0	155.0	153.0	151.0	153.0

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M ³	4 CM	CRFAR3-L4-MP1	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	42.11	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M ³	4 CM	CRFAR3-L4-MP2	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	34.03	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M ³	4 CM	CRFAR3-L4-MP3	02/10/2023	30/10/2023	28	600 mm	450 mm	32.95	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA



MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m ³)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M ³	4 CM	CRFAR3-L4-MP1	28	152.0 mm	155.7 mm	150 mm	42.11	5.14	52.44
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M ³	4 CM	CRFAR3-L4-MP2	28	153.2 mm	155.0 mm	150 mm	34.03	4.16	42.43
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M ³	4 CM	CRFAR3-L4-MP3	28	155.0 mm	152.3 mm	150 mm	32.95	4.12	42.05



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFAR3-L4-MP1	5.14	4.48 Mpa
CRFAR3-L4-MP2	4.16	
CRFAR3-L4-MP3	4.12	




 Ing. Civil Rodolfo Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFAR3 - L6	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=6CM Y P=60KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 6cm y proporción de 60Kg/m3
2. Presentación : Espectmenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78/C78M)
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F'c de diseño : 210 + 84 kg/cm2

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

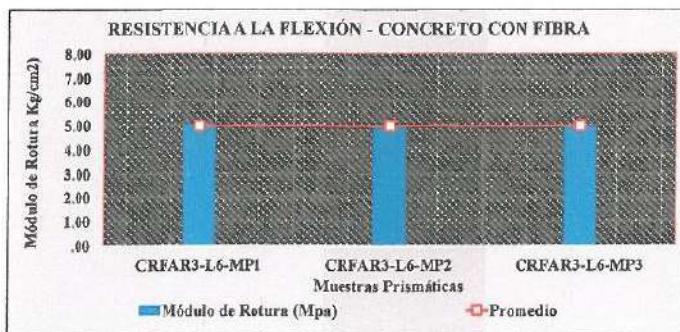
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L6-MP1	153.0	154.0	155.0	155.0	155.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L6-MP2	153.0	153.5	154.0	155.0	157.0	156.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L6-MP3	152.0	152.0	152.0	155.0	155.0	155.0

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MP1	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	41.34	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MP2	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	41.23	Dentro del tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MP3	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	40.10	Dentro del tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MP1	28	154.0 mm	155.0 mm	150 mm	41.34	5.03	51.27
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MP2	28	153.5 mm	156.0 mm	150 mm	41.23	4.97	50.65
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	6 CM	CRFAR3-L6-MP3	28	152.0 mm	155.0 mm	150 mm	40.10	4.94	50.39



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFAR3-L6-MP1	5.03	4.98 Mpa
CRFAR3-L6-MP2	4.97	
CRFAR3-L6-MP3	4.94	




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

	ENSAYO DE LABORATORIO	Código : EF - CRFAR3-L8	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)	Lugar : Huánuco	
		Fecha : 15-12-2023	
		Página : 1 de 1	

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON ADICIÓN DE FIBRA RECICLADA (L=8CM Y P=60KG/M3)

DEL : LABORATORIO CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

A : CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA
JEAN MARCONI VILLAVERDE ATRA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

TESIS : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

LABORATORIO : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN DE LAB. : UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN" - PILLCOMARCA - HUÁNUCO - HUÁNUCO

CANTERA : HUANCACHUPA - HUÁNUCO

FECHA DE EMISIÓN : 15/12/2023

1. Tipo de muestra : Concreto Endurecido + Fibra de longitud 8cm y proporción de 60Kg/m3
2. Presentación : Especímenes Prismáticos (Vigas)
3. Equipo utilizado : Máquina de ensayo de flexión (ASTM C78 C78M)
4. Método de ensayo : Normas de referencia NTP 339.078, ASTM C78/C78M
5. F'c de diseño : 210+84 kg/cm2

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 - ASTM C78/C78M)

DATOS DE INGRESO

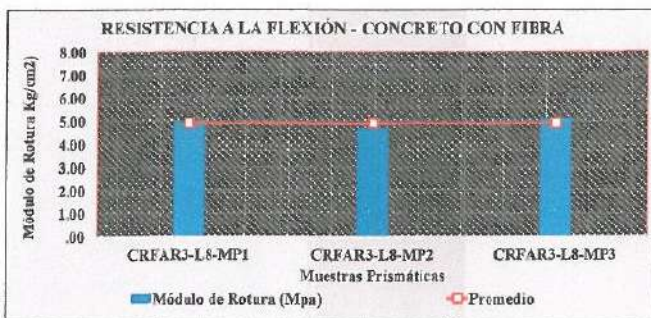
Medición de las muestras luego de de ser ensayadas

MUESTRA	CODIGO	ALTURA (mm)			ANCHO (mm)		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L8-MP1	152.0	153.0	153.0	153.0	152.0	153.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L8-MP2	152.0	152.0	152.0	155.0	155.0	155.0
PRISMÁTICA (VIGA)	CRFAR3-L8-MP3	155.0	154.0	155.0	151.0	152.0	151.5

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LONGITUD MUESTRA (mm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)								
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MP1	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	39.18	Dentro de tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MP2	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	38.03	Dentro de tercio central
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MP3	03/10/2023	31/10/2023	28	600 mm	450 mm	40.24	Dentro de tercio central

DATOS DE SALIDA

MUESTRA	INCORPORACIÓN DE FIBRA			CODIGO	EDAD (días)	DIMENSIONES PROMEDIO		SEPARACIÓN DE CARGAS APLICADAS (mm)	FUERZA MÁXIMA (Kn)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm2)
	SI/NO	PROPORCIÓN (kg/m3)	LONGITUD (cm)			ANCHO b (mm)	ALTURA h (mm)				
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MP1	28	152.7 mm	152.7 mm	150 mm	39.18	4.95	50.49
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MP2	28	152.0 mm	155.0 mm	150 mm	38.03	4.69	47.79
PRISMÁTICA (VIGA)	SI	60 KG/M3	8 CM	CRFAR3-L8-MP3	28	154.7 mm	151.5 mm	150 mm	40.24	5.10	52.00



Muestra	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio
CRFAR3-L8-MP1	4.95	4.91 Mpa
CRFAR3-L8-MP2	4.69	
CRFAR3-L8-MP3	5.10	




 Ing. Civil Edwin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

Anexo N° 09: Nota Biográfica

Bach. Jean Marconi Villaverde Aira

Soy Jean Marconi Villaverde Aira. Nací en el distrito de Puños, Huamalíes, Huánuco. Tempranamente me mudé a la ciudad de Llata para comenzar mis estudios primarios y secundarios. Cursé mis estudios primarios en la I.E primaria Virgen de Fátima y los secundarios en la I.E.I Japón. Fue durante estos años cuando me llamó la atención por comprender las estructuras que conforman nuestro entorno. Esto me llevó a descubrir la carrera de ingeniería civil. Postulé y culminé mis estudios de pregrado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Desde entonces, he tenido la oportunidad de trabajar en diversos proyectos, desde pequeñas construcciones hasta grandes obras públicas. Mi experiencia me ha enseñado que la comunicación efectiva y el trabajo en equipo son fundamentales para el éxito de cualquier proyecto.

Estoy firmemente comprometido con mi crecimiento profesional y aprendizaje constante, con el objetivo de estar preparado para superar con éxito cualquier reto que se presente en mi trayectoria como ingeniero civil.

Bach. Carlos Emanuel Bejarano Espinoza

Mi nombre es Carlos Emanuel Bejarano Espinoza. Nací el 08 de junio de 1998 en el distrito de Amarilis, en la provincia y departamento de Huánuco. Soy el hijo de don Iban Bejarano Cueva y doña Elizabeth Nance Espinoza Alvarado. Mis años de educación primaria y secundaria los cursé en la Institución Educativa de Aplicación “Marcos Duran Martel”. Mis estudios superiores los realicé en la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” de Huánuco, en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, escuela profesional de Ingeniería Civil.

He desempeñado diversos roles en el campo de la ingeniería y Construcción. Comencé mi carrera como asistente en servicios de Consultoría para la elaboración de expedientes técnicos de obras lineales y edificaciones. Más Adelante, mi experiencia fue creciendo más cuando trabajé como asistente de Supervisor de Obra de obra por más de dos años, luego como Asistente de Supervisor de obra y posteriormente como Asistente de residente de obra, por un año.

En la actualidad, trabajo en la construcción de un Establecimiento de Salud Nivel I – 4 desde el 2023, como Asistente de Producción, Metrados, Costos y Presupuestos, Asistente en la Especialidad de Estructuras y Asistente de jefe de Proyecto de obra.

Además de mi trabajo, estoy comprometido con mi desarrollo profesional, por ello estoy cursando una Maestría en Gerencia Pública en la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, y capacitándome constantemente en distintos cursos de especialización.

Anexo N° 10: Acta de Sustentación



RECTORADO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y ARQUITECTURA

Decenio de la igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas
batallas de Junín y Ayacucho

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, siendo las 11.30 horas del día jueves 6 de junio del 2024, nos reunimos en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Evaluador:

Dr. JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA PRESIDENTE
Mg. RISSEL MACHUCA GUARDIA SECRETARIO
Mg. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA VOCAL

Acreditados mediante Resolución de Decano N°367-2024-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 10 de mayo del 2024, de la tesis titulada ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO, presentada por los titulandos **CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA** y **JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA**, con el asesoramiento del docente Mg. Ing. Moisés Edgard Torres Ramírez, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**.

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación de los titulandos, teniendo presente los siguientes criterios:

1. Presentación.
2. Exposición y dominio del tema.
3. absolución de preguntas

nombres y apellidos de los titulandos	Jurado Evaluador			Promedio final
	Presidente	Secretario	Vocal	
CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA	15	15	15	15
JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA	15	15	15	15

Obteniendo en consecuencia el titulado **CARLOS EMANUEL BEJARANO ESPINOZA** la nota de QUINCE (15), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO.

Y el titulado **JEAN MARCONI VILLAVERDE AIRA** la nota de QUINCE (15), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO.

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 46 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNHEVAL.

Se da por finalizado el presente acto, siendo las 13:15 horas, del día jueves 6 de junio de 2024, firmando en señal de conformidad.

PRESIDENTE
DNI N° 22486638

SECRETARIO
DNI N° 42119910

VOCAL
DNI N° 43415813

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno
0 a 13: Desaprobado

Anexo N° 11: Constancia de Similitud de Tesis y Reporte



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 046-2024

SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

El director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente **CONSTANCIA DE SIMILITUD**, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un **4%** de similitud general, correspondiente a los bachilleres interesados, **BEJARANO ESPINOZA Carlos Emanuel** y **VILLAVERDE AIRA Jean Marconi** del borrador de Tesis **“ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO”**, considerando como asesor al **MSc. Ing° TORRES RAMIREZ Moisés Edgard**, por consiguiente

DECLARANDO (APTO) .

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 09 de mayo 2024

Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
 Director de la Unidad de Investigación
 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DJLVG 2024

Av. Universitaria N° 601-607- Cayhuayna – Pabellón VI – 1er Piso

Contacto: fijo 062-591060- anexo 0124 correo electrónico dfica@unheval.edu.pe

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
– MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210
KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICL
ADO EN HUÁNUCO**

AUTOR

**Carlos Emanuel BEJARANO ESPINOZA -
Jean Marconi VILLAVERDE AIRA**

RECUENTO DE PALABRAS

45614 Words

RECUENTO DE CARACTERES

233923 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

229 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.9MB

FECHA DE ENTREGA

May 9, 2024 1:09 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 9, 2024 1:12 PM GMT-5

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

Reporte de similitud

● 4% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 3% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	hdl.handle.net Internet	2%
2	Universidad Privada del Norte on 2023-11-28 Submitted works	1%
3	repositorio.uss.edu.pe Internet	<1%
4	Universidad Privada del Norte on 2023-03-29 Submitted works	<1%
5	Universidad Privada del Norte on 2023-03-11 Submitted works	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
7	uncedu on 2023-11-24 Submitted works	<1%
8	Universidad Privada del Norte on 2023-07-22 Submitted works	<1%



 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

Reporte de similitud

- 9 **Rojas Ricaldi, Julia Judith|Tezen Ipanaque, Antonio. "Influencia del uso...** <1%
Publication
- 10 **Universidad Privada del Norte on 2023-07-31** <1%
Submitted works
- 11 **Universidad Privada del Norte on 2023-07-05** <1%
Submitted works
- 12 **ANDRÉS MAURICIO NÚÑEZ LÓPEZ. "Análisis numérico-experimental d...** <1%
Crossref posted content
- 13 **Essenwanger, Erika Alexandra Jaymez. "Efectos De La Terapia Miofun...** <1%
Publication



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

Anexo N° 12: Autorización de Publicación Digital



ANEXO N° 26

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS, TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR UN GRADO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X" según corresponda)

Bachiller		Título Profesional	X	Segunda Especialidad		Maestro		Doctor	
-----------	--	--------------------	---	----------------------	--	---------	--	--------	--

Ingrese los datos según corresponda.

Facultad/Escuela	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela/Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Programa	-----
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

2. Datos del (los) Autor(es): (Ingrese los datos según corresponda)

Apellidos y Nombres:	BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		N° de Documento:	73063428
Correo Electrónico:	86becar@gmail.com							
Apellidos y Nombres:	VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		N° de documento:	71933429
Correo Electrónico:	Jeanm.villaverde@gmail.com							
Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		N° de Documento:	
Correo Electrónico:								

3. Datos del Asesor: (Ingrese los datos según corresponda)

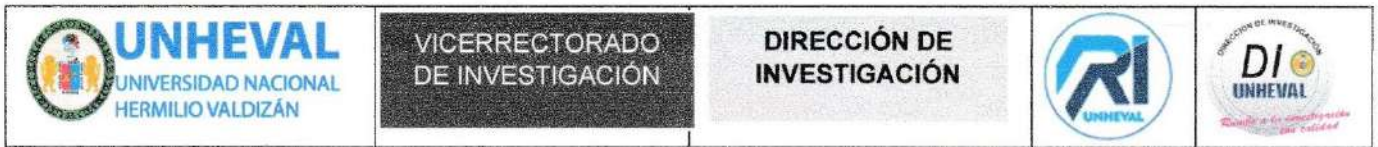
Apellidos y Nombres:	TORRES RAMÍREZ, MOISÉS EDGARD							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		N° de Documento:	22494112
ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-1036-7573							

4. Datos de los Jurados: (Ingrese los datos según corresponda, primero apellidos luego nombres)

Presidente	VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSÉ LUIS
Secretario	MACHUCA GUARDIA, RISSEL
Vocal	AGUILAR ALCÁNTARA, LEONEL MARLO
Vocal	
Vocal	
Accesitario	QUINTANILLA HERRERA, ELISA RAQUEL

5. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese los datos y marque con una "X" según corresponda)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)	2024							
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según corresponda)	Trabajo de Investigación		Tesis	X	Trabajo Académico		Trabajo de Suficiencia Profesional	
Palabras claves	FIBRA DE ACERO RECICLADO			CONCRETO		RESISTENCIA		
Tipo de acceso: (Marque con X según corresponda)	Abierto	X	Cerrado*		Restringido*		Periodo de Embargo	
(*) Sustentar razón:								



6. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)



Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: *(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)*

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM2 CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN HUÁNUCO

Mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pueda derivarse por la **autoría**, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en los trabajos de investigación presentado, asumiendo toda la carga pecuniaria que pudiera derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudiera derivar para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de Investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mis acciones se deriven, sometiéndome a las acciones legales y administrativas vigentes.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión digital de este trabajo de investigación en su biblioteca virtual, repositorio institucional y base de datos, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

Apellidos y Nombres	BEJARANO ESPINOZA, CARLOS EMANUEL	Firma	
Apellidos y Nombres	VILLAVERDE AIRA, JEAN MARCONI	Firma	
Apellidos y Nombres		Firma	

FECHA: Huánuco, 11 de junio del 2024

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra calibri, tamaño de fuente 09, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF), Constancia de Similitud, Reporte de Similitud.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.
- ✓ Se debe de imprimir, firmar y luego escanear el documento (legible).