

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado  
de neumáticos y microsilice en el concreto para el uso  
en pavimento rígido en la av. Javier Pérez de  
Cuéllar, Ayacucho, 2021**

Diego Antonio Aguilar Gomez  
Yordi Junior Dipaz Gamboa

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Ayacucho, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## **Agradecimientos**

Durante el desarrollo de la investigación hubo diferentes percances propios de esta, estos sirvieron de motivación para brindarle una especial atención, para ello, se contó con el apoyo académico de los maestros que a continuación se mencionan:

A nuestro asesor Mg. Ing. Núñez Matta Felipe Alejandro quien nos brindó la orientación y nos ayudó a resolver las dudas a lo largo del desarrollo de nuestra tesis.

Al laboratorio INGEOTECON que hizo posible que se realizaran los ensayos al concreto que fueron necesarias para nuestra tesis.

Al Mg. Ing. Morete Arias, Maxwell quien nos brindó diversos conocimientos acerca de los ensayos necesarios al concreto y las normas que se aplican a esta.

Para finalizar, a la Universidad Continental quien nos acogió en esta etapa de vida profesional.

## ***Dedicatorias***

*Esta tesis va dedicada a mis familiares y amigos que me ayudaron a formarme en la persona que soy hoy en día, asimismo, hago una referencia especial a mis hermanos Ronald Aguilar Gómez y Feriol Aguilar Gómez quienes me guiaron a lo largo de mi vida profesional y que me apoyaron a pesar de todas las adversidades que se me presentaron.*

*Aguilar Gómez, Diego Antonio*

*Dedicado a mis familiares y amigos.*

*Dedicado a mi padre, Wildo Dipaz Carpio (Q.D.D.G.), quien me guio durante mi vida universitaria, me brindó un apoyo incondicional, me inculcó valores, me enseñó a nunca rendirme ante todas las dificultades de la vida, gracias a estas enseñanzas, concluí mis estudios de forma satisfactoria.*

*Dipaz Gamboa, Yordi Junior*

## Índice de contenido

Agradecimientos .....	i
<i>Dedicatorias</i> .....	ii
Índice de contenido .....	iii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras.....	xii
Resumen.....	xvii
Abstract .....	xviii
Introducción .....	xix

### Capítulo I Planteamiento del estudio

1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema .....	3
1.2.1. Problema general .....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Justificación del estudio.....	5
1.4.1. Justificación Teórica .....	5
1.4.2. Justificación Práctica .....	5
1.4.3. Justificación Social .....	5
1.4.4. Justificación Metodológica .....	6
1.5. Formulación de la hipótesis .....	6
1.5.1. Hipótesis general.....	6
1.5.2. Hipótesis específicas.....	6
1.6. Variables .....	7
1.6.1. Variable independiente .....	7
1.6.2. Variable dependiente .....	7

## Capítulo II Marco teórico

2.1.	Antecedentes del estudio.....	10
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	14
2.2.	Bases teóricas.....	18
2.2.1.	El concreto .....	18
2.2.1.1.	El cemento. ....	19
2.2.1.1.1.	Cemento Portland.....	19
2.2.1.1.2.	Cemento portland tipo I.....	20
2.2.1.2.	Los agregados.....	21
2.2.1.2.1.	Agregado fino.....	22
2.2.1.2.2.	Agregado grueso. ....	24
2.2.1.3.	El agua. ....	25
2.2.1.4.	Aditivo.....	26
2.2.2.	Propiedades del concreto .....	27
2.2.2.1.	Propiedades en estado fresco.....	27
2.2.2.1.1.	Trabajabilidad.....	27
2.2.2.1.2.	Consistencia. ....	27
2.2.2.1.3.	Segregación.....	28
2.2.2.1.4.	Exudación.....	28
2.2.2.1.5.	Contracción.....	29
2.2.2.2.	Propiedades en estado endurecido.....	29
2.2.2.2.1.	Elasticidad.....	29
2.2.2.2.2.	Resistencia.....	30
2.2.2.2.3.	Extensibilidad.....	30
2.2.2.2.4.	Durabilidad.....	31
2.2.2.2.5.	Impermeabilidad.....	31
2.2.3.	Ensayos de Resistencia y Asentamiento del Concreto .....	31
2.2.3.1.	Ensayo de Resistencia a compresión.....	31
2.2.3.2.	Ensayo de Resistencia a Tracción .....	33
2.2.3.3.	Ensayo de Resistencia a Flexión .....	35

2.2.3.4.	Ensayo de Asentamiento del Concreto .....	37
2.2.4.	Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos .....	38
2.2.4.1.	Propiedades mecánicas de las fibras de acero. ....	41
2.2.5.	Microsílice .....	42
2.2.6.	Pavimento Rígido.....	45
2.2.6.1.	Costo y espesor del pavimento rígido.....	46
2.2.6.2.	Componentes del pavimento rígido.....	46
2.2.6.3.	Cargas en el pavimento rígido. ....	47
2.2.6.4.	Esfuerzos en el pavimento rígido. ....	48
2.2.6.4.1.	Cambios de temperatura.....	48
2.2.6.4.2.	Cambios por humedad.....	49
2.2.6.4.3.	Cargas de tránsito. ....	50
2.2.7.	Metodología de diseño AASHTO 93.....	51
2.2.7.1.	Parámetros de diseño del método AASHTO 93.....	52
2.2.7.1.1.	Periodo de diseño .....	52
2.2.7.1.2.	El transito ESALs.....	53
2.2.7.1.3.	Serviciabilidad.....	54
2.2.7.1.4.	Confiabilidad “R” y desviación estándar So.....	55
2.2.7.1.5.	Módulo de reacción de la subrasante “K” .....	56
2.2.7.1.6.	Módulo de rotura del concreto “Mr” .....	57
2.2.7.1.7.	Módulo de elasticidad del concreto “E” .....	58
2.2.7.1.8.	Coefficiente de drenaje “Cd”.....	58
2.2.7.1.9.	Coefficiente de transmisión de carga “J” .....	60

### **Capítulo III Metodología**

3.1.	Método, y alcance de la investigación .....	60
3.1.1.	Enfoque de la investigación .....	60
3.1.2.	Tipo de investigación.....	61
3.1.3.	Alcance .....	61
3.2.	Diseño de la investigación .....	61
3.3.	Población y muestra.....	63

3.3.1.	Población.....	63
3.3.2.	Muestra .....	63
3.3.3.	Muestreo .....	63
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	65
3.4.1.	Procedimientos.....	66
3.5.	Técnicas de análisis de datos .....	74

## **Capítulo IV Resultados y Discusión**

4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	74
4.1.1.	Diseño de Mezcla para una Resistencia $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> , para un hormigón hidráulico .....	74
4.1.2.	Dosificación de las fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílice utilizados en la mezcla del hormigón hidráulico.....	77
4.1.3.	Preparación de la mezcla .....	78
4.1.4.	Fabricación de muestras.....	79
4.1.5.	Resultados de la Consistencia del Hormigón Hidráulico vs Hormigón Reforzado con Fibras de Acero reciclado de Neumáticos y Microsílice .....	80
4.1.6.	Ensayo de Resistencia a Compresión Axial.....	82
4.1.6.1.	Resumen de Resultados de los Ensayos a Compresión.....	85
4.1.6.2.	Análisis e Interpretación de Resultados de Ensayos a Compresión. ....	87
4.1.7.	Ensayos de Resistencia a Tracción .....	105
4.1.7.1.	Resumen de resultados de ensayos a Tracción.....	107
4.1.7.2.	Análisis e Interpretación de Resultados de Ensayos a Tracción. ....	110
4.1.8.	Ensayo de Resistencia a Flexión o Modulo de Rotura .....	128
4.1.8.1.	Resumen de Resultados de ensayos a Flexión.....	130
4.1.8.2.	Análisis e Interpretación de Resultados de Ensayos a Flexión. ....	133
4.1.9.	Diseño del Pavimento Rígido .....	151
4.1.9.1.	Cálculo del espesor de losa del concreto patrón MDE.....	151
4.1.9.2.	Cálculo del espesor de losa del concreto reforzado MD3(12%FAR+5%MS).153	
4.1.10.	Análisis de Costos Unitarios.....	155
4.2.	Prueba de Hipótesis.....	161
4.2.1.	Prueba de hipótesis para la resistencia a Compresión .....	161



4.2.2.	Prueba hipótesis para la resistencia a Tracción.....	165
4.2.3.	Prueba de hipótesis para la resistencia a Flexión.....	168
4.3.	Discusión de Resultados .....	171
4.3.1.	Discusión 01.....	171
4.3.2.	Discusión 02.....	172
4.3.3.	Discusión 03.....	173
4.3.4.	Discusión 04.....	174

## **Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones**

5.1.	Conclusiones .....	175
5.1.1.	Conclusión general.....	175
5.1.2.	Conclusiones específicas .....	175
5.2.	Recomendaciones .....	176

## **Referencias bibliográficas ..... 178**

## **Anexos ..... 182**

Anexo A:	Matriz de Consistencia .....	183
Anexo B:	Constancia de Ensayos de Laboratorio y Certificado de Calidad .....	185
Anexo C:	Diseño de Mezclas de Concreto .....	189
Anexo C.1:	Ensayo de los Agregados.....	190
Anexo C.2:	Diseño de Mezclas sin Aditivos .....	197
Anexo C.3:	Diseño de Mezclas 6% FAR Y 5% MS.....	200
Anexo C.4:	Diseño de Mezclas 9% FAR Y 5% MS.....	203
Anexo C.5:	Diseño de Mezclas 12% FAR Y 5% MS.....	206
Anexo C.6:	Diseño de Mezclas 6% FAR Y 7.5% MS.....	209
Anexo C.7:	Diseño de Mezclas 9% FAR Y 7.5% MS.....	212
Anexo C.8:	Diseño de Mezclas 12% FAR Y 7.5% MS.....	215
Anexo C.9:	Diseño de Mezclas 6% FAR Y 10% MS.....	218
Anexo C.10:	Diseño de Mezclas 9% FAR Y 10% MS.....	221
Anexo C.11:	Diseño de Mezclas 12% FAR Y 10% MS.....	224
Anexo D:	Ensayos de Resistencia a Compresión .....	227

Anexo E: Ensayos de Resistencia a Tracción .....	238
Anexo F: Ensayos de resistencia a flexión .....	249
Anexo G: Ficha Técnica Cemento Andino Tipo I.....	260
Anexo H: Ficha Técnica Aditivo Chema Fume.....	263
Anexo I: Panel Fotográfico.....	266

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de la variable independiente. ....	8
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de la variable dependiente.....	9
<b>Tabla 3</b> Límites granulométricos del agregado fino .....	23
<b>Tabla 4</b> Límite de graduación del agregado Grueso .....	25
<b>Tabla 5</b> Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la Norma NTP 339.088...	26
<b>Tabla 6</b> Composición y característica de los diferentes tipos de Neumáticos .....	40
<b>Tabla 7</b> Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2ton .....	53
<b>Tabla 8</b> Diferencia de serviciabilidad respecto a los ejes equivalentes .....	54
<b>Tabla 9</b> Valores de la confiabilidad R y desviación estándar normal Zr según el tráfico .....	55
<b>Tabla 10</b> Recomendación para el CBR mínimo a utilizar en subbase granular de pavimentos rígidos según la intensidad de tráfico expresado en EE.....	57
<b>Tabla 11</b> Recomendación de valores de resistencia según el tráfico .....	57
<b>Tabla 12</b> Condiciones de drenaje .....	59
<b>Tabla 13</b> Coeficientes de drenaje de las capas granulares Cd.....	59
<b>Tabla 14</b> Coeficiente de transmisión de carga "J" en función al tipo de pavimento.....	60
<b>Tabla 15</b> Cuantía muestral de probetas cilíndricas y prismáticas para los ensayos de diseño $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	64
<b>Tabla 16</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	65
<b>Tabla 17</b> Características de los agregados y relación agua cemento para el diseño de mezclas .	75
<b>Tabla 18</b> Selección del agregado global y dosificaciones en peso y volumen .....	76
<b>Tabla 19</b> Consistencias de la muestra estándar vs la muestra reforzada con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce .....	81
<b>Tabla 20</b> Resistencia a compresión de la muestra – MDE.....	83
<b>Tabla 21</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD1 .....	83
<b>Tabla 22</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD2 .....	83
<b>Tabla 23</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD3 .....	83
<b>Tabla 24</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD4 .....	84
<b>Tabla 25</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD5 .....	84
<b>Tabla 26</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD6 .....	84
<b>Tabla 27</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD7 .....	84

<b>Tabla 28</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD8 .....	85
<b>Tabla 29</b> Resistencia a compresión de la muestra – MD9 .....	85
<b>Tabla 30</b> Resumen de resultados de los ensayos a compresión .....	85
<b>Tabla 31</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MDE .....	105
<b>Tabla 32</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD1.....	105
<b>Tabla 33</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD2.....	105
<b>Tabla 34</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD3.....	106
<b>Tabla 35</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD4.....	106
<b>Tabla 36</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD5.....	106
<b>Tabla 37</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD6.....	106
<b>Tabla 38</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD7.....	107
<b>Tabla 39</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD8.....	107
<b>Tabla 40</b> Resistencia a Tracción de la muestra – MD9.....	107
<b>Tabla 41</b> Resumen de resultados de los ensayos a Tracción.....	108
<b>Tabla 42</b> Ensayo a flexión – MDE.....	128
<b>Tabla 43</b> Ensayo a flexión – MD1 .....	128
<b>Tabla 44</b> Ensayo a flexión – MD2 .....	128
<b>Tabla 45</b> Ensayo a flexión – MD3 .....	129
<b>Tabla 46</b> Ensayo a flexión – MD4 .....	129
<b>Tabla 47</b> Ensayo a flexión – MD5 .....	129
<b>Tabla 48</b> Ensayo a flexión – MD6 .....	129
<b>Tabla 49</b> Ensayo a flexión – MD7 .....	130
<b>Tabla 50</b> Ensayo a flexión – MD8 .....	130
<b>Tabla 51</b> Ensayo a flexión – MD8 .....	130
<b>Tabla 52</b> Resumen de resultados de los ensayos a flexión .....	131
<b>Tabla 53</b> Datos de los parámetros de diseño de la Av. Javier Pérez de Cuellar para el concreto patrón MDE .....	152
<b>Tabla 54</b> Datos de los parámetros de diseño de la Av. Javier Pérez de Cuellar para la muestra MD3 .....	154
<b>Tabla 55</b> Costos de mano de obra, equipo y rendimiento.....	156
<b>Tabla 56</b> Costo para generar 1kg de fibra de acero reciclado de neumáticos.....	156

<b>Tabla 57</b> Costo total de 1kg de fibra de acero reciclado de neumáticos .....	156
<b>Tabla 58</b> Costo total de 1kg de Microsílice .....	157
<b>Tabla 59</b> Costo total de fibra de acero reciclado de neumáticos (FAR) y Microsílice por m3..	157
<b>Tabla 60</b> Análisis de costos unitarios para un concreto patrón $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	158
<b>Tabla 61</b> Costo total por metro lineal y tramo total de 998m, utilizando concreto estándar MDE .....	159
<b>Tabla 62</b> Costo total por metro lineal y tramo total de 998m, utilizando concreto reforzado MD3 (12%FAR+5%MS) .....	159
<b>Tabla 63</b> Comparación de costos de concreto patrón MDE y el concreto reforzado MD3 .....	160
<b>Tabla 64</b> Resumen de cálculos de la prueba de hipótesis de las muestras a compresión (MD1 al MD9).....	163
<b>Tabla 65</b> Resumen de cálculos de la prueba de hipótesis de las muestras a tracción (MD1 al MD9).....	166
<b>Tabla 66</b> Resumen de cálculos de la prueba de hipótesis de las muestras a flexión (MD1 al MD9).....	169

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Proporciones típicas de los componentes del concreto .....	19
<b>Figura 2</b> Esquema de patrones de fractura típicos en ensayos de Resistencia a Compresión .....	32
<b>Figura 3</b> Muestra colocada en una máquina de prueba para determinar la resistencia a la tracción de división.....	34
<b>Figura 4</b> Esquema del equipo para ensayo de módulo de rotura utilizando una viga simple cargada a los tercios de la luz. ....	36
<b>Figura 5</b> Dimensiones del molde para el ensayo de Asentamiento .....	38
<b>Figura 6</b> Fibras de Acero de Neumáticos Fuera de uso Utilizadas en el concreto. ....	40
<b>Figura 7</b> Curva esfuerzo deformación de las fibras de acero recicladas.....	41
<b>Figura 8</b> Microsílice vista desde microscopio y en tamaño real.....	43
<b>Figura 9</b> Comparación de tamaños de diferentes materiales puzolánicos con el cemento .....	44
<b>Figura 10</b> Esquema de la densificación de la Microsílice en el concreto .....	45
<b>Figura 11</b> Nivel óptimo de confiabilidad.....	46
<b>Figura 12</b> Sección típica de un pavimento rígido .....	47
<b>Figura 13</b> Alabeo de losa de pavimentos rígidos.....	49
<b>Figura 14</b> Alabeo causado por cambios de humedad. ....	50
<b>Figura 15</b> Puntos críticos de la ubicación de las cargas de neumáticos.....	51
<b>Figura 16</b> Relación de CBR y R .....	56
<b>Figura 17</b> Diseño con posprueba y grupos intactos .....	62
<b>Figura 18</b> Micro localización de la Av. Javier Pérez de Cuellar .....	66
<b>Figura 19</b> Micro localización de la zona de recolección de neumáticos en desuso en la ruta AYACUCHO- VRAEM.....	67
<b>Figura 20</b> Recolección de neumáticos en desuso en la ruta Ayacucho- VRAEM.....	68
<b>Figura 21</b> Extracción de fibras de acero de neumáticos .....	69
<b>Figura 22</b> Calculo del Asentamiento por el método del cono de Abrams .....	70
<b>Figura 23</b> Llenado de probetas cilíndricas.....	70
<b>Figura 24</b> Llenado de vigas prismáticas .....	71
<b>Figura 25</b> Curado de probetas cilíndricas y vigas prismáticas.....	71
<b>Figura 26</b> Ensayo de resistencia a compresión axial .....	72
<b>Figura 27</b> Ensayo de resistencia a tracción.....	73

<b>Figura 28</b> Ensayo de resistencia a flexión .....	73
<b>Figura 31</b> Consistencias correspondiente a los diseños de la muestra estándar y las muestras reforzadas con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce. ....	82
<b>Figura 32</b> Cambios en la resistencia a la compresión de los grupos de prueba .....	86
<b>Figura 33</b> Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS).....	87
<b>Figura 34</b> Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS).....	88
<b>Figura 35</b> Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS).....	89
<b>Figura 36</b> Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS).....	90
<b>Figura 37</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)	91
<b>Figura 38</b> Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS).....	92
<b>Figura 39</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)	93
<b>Figura 40</b> Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS).....	94
<b>Figura 41</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)	95
<b>Figura 42</b> Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS).....	96
<b>Figura 43</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS).....	97
<b>Figura 44</b> Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS).....	98
<b>Figura 45</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)	99
<b>Figura 46</b> Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS).....	100
<b>Figura 47</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD8 (9% FAR + 10% MS).....	101
<b>Figura 48</b> Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS).....	102

<b>Figura 49</b> Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD9 (12% FAR + 10% MS)	103
<b>Figura 50</b> Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS)	104
<b>Figura 51</b> Cambios en la resistencia a tracción de los grupos de prueba	109
<b>Figura 52</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS)	110
<b>Figura 53</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS)	111
<b>Figura 54</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)	112
<b>Figura 55</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)	113
<b>Figura 56</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)	114
<b>Figura 57</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)	115
<b>Figura 58</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)	116
<b>Figura 59</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)	117
<b>Figura 60</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)	118
<b>Figura 61</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)	119
<b>Figura 62</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)	120
<b>Figura 63</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)	121
<b>Figura 64</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)	122
<b>Figura 65</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)	123
<b>Figura 66</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS)	124
<b>Figura 67</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS)	125
<b>Figura 68</b> Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS)	126



<b>Figura 69</b> Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS) .....	127
<b>Figura 70</b> Cambios en la resistencia a flexión de los grupos de prueba .....	132
<b>Figura 71</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS) .....	133
<b>Figura 72</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS) .....	134
<b>Figura 73</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS) .....	135
<b>Figura 74</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS) .....	136
<b>Figura 75</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS) .....	137
<b>Figura 76</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS) .....	138
<b>Figura 77</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS) ....	139
<b>Figura 78</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS) .....	140
<b>Figura 79</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS) ....	141
<b>Figura 80</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS) .....	142
<b>Figura 81</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS) ..	143
<b>Figura 82</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS) .....	144
<b>Figura 83</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS) .....	145
<b>Figura 84</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS) .....	146
<b>Figura 85</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD8 (9% FAR + 10% MS) ....	147
<b>Figura 86</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS) .....	148
<b>Figura 87</b> Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD9 (12% FAR + 10% MS) ..	149
<b>Figura 88</b> Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS) .....	150
<b>Figura 89</b> Cálculo del espesor de losa del concreto patrón MDE (0%FAR+0%MS).....	153

**Figura 90** Cálculo del espesor de losa del concreto MD3 (12%FAR+5%MS) ..... 155

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo: Analizar el efecto de incorporar fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , para el uso en pavimentos rígidos, cuya metodología fue el enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño cuasiexperimental, descriptivo y transversal.

El diseño de mezcla del concreto se realizó a través de la metodología del agregado global, para lo cual se conformó el grupo patrón MDE, posteriormente se incorporaron fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílíce en diferentes porcentajes, los cuales fueron en relación al peso del cemento. Los grupos conformados fueron nueve, los cuales se presentan así: MD1, MD2, MD3, MD4, MD5, MD6, MD7, MD8 y MD9, con cada una de estas dosificaciones se prepararon probetas cilíndricas y vigas prismáticas para ser ensayadas a compresión, tracción y flexión, a los 7, 14, 28 días, cuya finalidad es analizar la evolución de las propiedades mecánicas.

Se concluye que las fibras de acero reciclado de neumáticos cortados en longitudes de 60 mm y Microsílíce tuvieron efectos positivos y significativos en el concreto, a los 28 días la resistencia a compresión de MD9 fue de  $f'_c=610.39 \text{ kg/cm}^2$  que representa un 170.66% más que del concreto patrón, asimismo, la resistencia a tracción de  $44.99 \text{ kg/cm}^2$  representa un 144.63% más que del concreto patrón y una resistencia a flexión  $M'_r=68.49 \text{ kg/cm}^2$  el cual representa un 169.38% más que del concreto patrón, no obstante, al aumentar el porcentaje de estos aditivos en la mezcla hace que disminuya la trabajabilidad, por otra parte, se estableció que al aumentar la cantidad de acero en la mezcla aumenta la resistencia a la flexión de las losas, haciéndolas más resistentes a la flexión y más delgadas.

**Palabras clave:** Muestra diseño estándar (MDE), Microsílíce (MS), fibra de acero reciclado (FAR).

## Abstract

The objective of this research is to analyze the effect of incorporating recycled steel tire fibers and microsilica in concrete  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , for use in rigid pavements, whose methodology was the quantitative approach, applied type, quasi-experimental, descriptive and transversal design.

The design of the concrete mix was carried out through the global aggregate methodology, for which the standard group MDE was formed, then steel fibers recycled from tires and microsilica were incorporated in different percentages, which were in relation to the weight of cement. The groups formed were nine, which are presented as follows: MD1, MD2, MD3, MD4, MD5, MD6, MD7, MD8 and MD9, with each of these dosages, cylindrical specimens and prismatic beams were prepared to be tested in compression, tensile and flexural tests, at 7, 14 and 28 days, in order to analyze the evolution of the mechanical properties.

It is concluded that the recycled steel fibers from tires cut in lengths of 60 mm and microsilica had positive and significant effects on the concrete, at 28 days the compressive strength of MD9 was  $f'_c=610.39\text{ kg/cm}^2$  which represents 170.66% more than the standard concrete, likewise, the tensile strength of  $44.99\text{kg/cm}^2$  represents 144.63% more than the standard concrete and a flexural strength  $M'r=68.49\text{ kg/cm}^2$  which represents 169.38% more than the standard concrete, however, increasing the percentage of these additives in the mix decreases the workability, on the other hand, it was established that increasing the amount of steel in the mix increases the flexural strength of the slabs, making them more resistant to bending and thinner.

**Keywords:** Sample standard design (MDE), Microsilica (MS), recycled steel fiber (FAR).

## Introducción

La infraestructura vial del Perú, en particular los pavimentos rígidos (simples o reforzados), estos pavimentos suelen colapsar a una edad temprana sin cumplir con su período de diseño; estas fallas son creadas por grietas, fisuras, etc. El cual, es causado por el aumento en el volumen del tráfico motorizado, altas tensiones no anticipadas, variables ambientales, materiales de mala calidad, fallas en la construcción o el diseño.

En diversas investigaciones, se ha descubierto que el concreto tiene una gran resistencia a la compresión, sin embargo, poca resistencia a la tracción y a la flexión, por lo que tiende a desarrollar grietas y fisuras bajo tensiones de tráfico no previstas o cargas cíclicas en la losa de pavimento rígido. Estas fracturas que se forman permiten la entrada de agua, erosionando la base de la losa de pavimento, lo que en ocasiones empeora la situación. En la construcción de pavimentos, un remedio a la baja capacidad de resistencia a la tracción del concreto es aumentar el espesor de la losa o reforzar la parte inferior de esta con una malla de acero corrugado, sin embargo, esto es más costoso.

Luego de expuesto, se ve la necesidad de crear un concreto sostenible con propiedades y comportamiento mejorado en respuesta a los agentes climáticos y a las cargas imprevistas, para lo que se utilizan incorporaciones como materiales reciclados como las fibras de acero recuperadas de neumáticos usados para reducir los efectos ambientales nocivos y para alcanzar el objetivo de crear un concreto sostenible con características mejoradas, asimismo, sea económicamente viable. El microsílíce es otra incorporación que se ha estudiado para mejorar el rendimiento del concreto durante su vida útil; sin embargo, este aditivo es un poco costoso, asimismo, está disponible para la sociedad para su uso en una variedad de aplicaciones en el concreto de alto desempeño.

La presente investigación consiste en analizar los efectos que tienen las fibras de acero obtenidas de neumáticos y Microsílice en las propiedades físico-mecánicas del concreto, estas fibras de acero que fueron utilizadas se cortaron cada 60 mm de diámetro, el cual es de 0.96 mm y se incorporaron a la mezcla de concreto en proporciones de 6%, 9% y 12% en función al peso del cemento, al igual que el Microsílice en proporciones de 5%, 7.5% y 10% en función al peso del cemento, seguidamente se realizaron probetas cilíndricas y vigas prismáticas que fueron ensayadas a compresión, tracción y flexión respectivamente. De los resultados de las propiedades mecánicas se tomó el valor más considerable y óptimo en cuanto a resistencia y proporciones de estos aditivos (FAR y MS), para así calcular el espesor del pavimento y posteriormente realizar un análisis comparativo de costos respecto a una losa de pavimento tradicional.

## Capítulo I

### Planteamiento del estudio

#### 1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial se ha incrementado la producción de vehículos de diferentes tonelajes y con ello ha incrementado el flujo vehicular, las altas sollicitaciones, cargas cíclicas de vaivén en las vías de transporte terrestre que generalmente son de pavimento flexible, esta clase de pavimentos tiene una vida promedio entre 10 a 15 años, no obstante, esta se reduce debido a los agentes ya mencionados, lo que genera mayor gasto de mantenimiento. Por otro lado, el uso del pavimento rígido es menos usual y está formado por la losa de un concreto simple o podría ser armado y posee una vida favorable entre 20 a 30 años.

En la misma línea de la investigación, es preciso resaltar la alta calidad de pavimentos rígidos o flexibles en los países más desarrollados, donde tienen un excelente estado de conservación pese a que son sometidos a diversos factores que lo deterioran. La inversión en su mantenimiento y sus mejoras en las propiedades del concreto o asfalto de estas vías hacen que mantenga o supere su periodo de diseño. Los países con excelente estado de vías son: Suiza, Francia, Singapur, Emiratos Árabes, Países bajos, Portugal, Estados Unidos, Austria, Japón (Bravo, 2020).

En América Latina, el pavimento rígido toma protagonismo frente al pavimento flexible esto se debe a que el uso de éste resulta más económico a largo plazo, sin embargo, en caso de algún desperfecto las reparaciones son más costosas. El concreto, en sus numerosos estudios resultó tener una alta resistencia, compresión, sin embargo, baja resistencia a tracción y flexión dichos aspectos, generan grietas y fisuras ante cargas vehiculares que superan la carga de diseño o exceso de cargas repetidas (cargas cíclicas) en el pavimento. Por otro lado, las grietas originadas

por las altas demandas permiten el ingreso de agua que con el tiempo daña la base del pavimento, el cual, agrava el problema. Esto genera desperfectos en la losa del pavimento, en consecuencia, existe mayor gasto en el mantenimiento e incomodidad en la transitabilidad vehicular.

En la industria de la construcción de pavimentos se plantean soluciones a la baja resistencia a tracción del hormigón, tales como incrementar el espesor de la losa o reforzar la parte baja de la losa de pavimento con malla de acero corrugado; sin embargo, se incrementa el costo del proyecto, por tanto, no es viable optar por esta opción. La losa de pavimento armado o simple, está afectado por diferentes aspectos como: la intemperie y cambios bruscos en la temperatura según la ubicación del proyecto, dichos factores generan fallas por fatiga en el pavimento, agravándose por sobrecargas vehiculares no previstas, no obstante, investigaciones nacionales e internacionales realizan estudios teniendo como finalidad de perfeccionar las cualidades del hormigón mediante el uso de aditivos como el microsíllice que ayuda a incrementar la resistencia, no obstante, se busca que esta adición no disminuya las características físicas del hormigón como la trabajabilidad. Otras investigaciones hacen mención al uso de fibras de acero en el concreto ya que estas proporcionan mayor tenacidad y ductilidad al concreto. El uso de estos aditivos y adiciones nos permiten obtener concretos de alta resistencia, reduciendo las fisuras y dando como resultado pavimentos con menor espesor de losa y que estos cumplan con el nivel de servicio durante su vida útil.

Actualmente, En la región de Ayacucho, no hay investigaciones sobre la integración de fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsíllice al hormigón, por lo que existe una iniciativa para permitir que estos elementos se incorporen en la mezcla de hormigón hidráulico, con el fin de conocer el comportamiento de esta unión en las características del hormigón para su uso en pavimentos rígidos en la provincia de Huamanga, específicamente en la Av. Javier Pérez de



Cuellar; siendo esta una de las vías principales con alto flujo de tránsito vehicular, cargas cíclicas, altas solicitaciones y agentes climáticos. Dichos agentes provocan el rápido deterioro del pavimento rígido, por tanto, estos requieren de un concreto con mejoras en sus propiedades, sin dejar de lado el aspecto económico, en consecuencia, se debe de proponer una solución tanto económica como técnica favorable.

## **1.2. Formulación del problema**

### ***1.2.1. Problema general***

¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades físico-mecánicas del concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, 2021?

### ***1.2.2. Problemas específicos***

- ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la resistencia a compresión del concreto?
- ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la resistencia a tracción del concreto?
- ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la resistencia a flexión del concreto?
- ¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la consistencia del concreto?
- ¿Cuál será el espesor de losa a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílíce, mediante la metodología AASHTO 93?

- ¿Cuál será el impacto económico de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto?

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Analizar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades físico-mecánicas el concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, 2021.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la resistencia a compresión del concreto.
- Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la resistencia a tracción del concreto.
- Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la resistencia a flexión del concreto.
- Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la consistencia del concreto.
- Determinar el espesor de losa a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce, mediante la metodología AASHTO-93.
- Determinar el impacto económico de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto.

## **1.4. Justificación del estudio**

### ***1.4.1. Justificación Teórica***

Se justifica teóricamente, puesto que se pretende realizar constructos en base a la información obtenida sobre la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el hormigón; los cuales, se dan mediante ensayos de laboratorio estandarizados, estos se dan mediante lo siguiente: ensayo de compresión axial, ensayo de tracción y ensayo de flexión que se realizaran para cuantificar los resultados, asimismo, se pretende aportar conocimientos sobre los cambios que ocurren en las características físico-mecánicas del hormigón con la incorporación de dichos materiales y así demostrar que el uso de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce al hormigón mejora las condiciones del concreto hidráulico, lo cual garantizará un espesor de losa óptimo en su aplicación de pavimentos rígidos.

### ***1.4.2. Justificación Práctica***

La presente tesis contribuye en el análisis sobre el resultado que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las características físico-mecánicas del hormigón, para el uso en pavimento rígido en la Av. Pérez de Cuellar, debido a que en esta zona hay un alto tránsito de flujo vehicular, altas solicitaciones, etc. La correcta proporción de fibras de acero de neumáticos y microsílíce permitió ver la mejora alcanzada en el concreto, a la vez proporciona conocimientos en nuevos materiales minimizando los efectos ambientales, sin embargo, permite obtener alternativas sostenibles los cuales pueden utilizarse en proyectos de infraestructura vial.

### ***1.4.3. Justificación Social***

La investigación sobre la integración de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce es razonable en la sociedad, puesto que, busca mejorar las propiedades del concreto

hidráulico y así poder frenar el rápido desgaste, por tanto, prolongar la vida útil de los pavimentos rígidos. Asimismo, se busca brindar servicios sustentables, confort y seguridad para los vehículos, transeúntes y vecinos de la Av. Javier Pérez de Cuellar.

#### ***1.4.4. Justificación Metodológica***

Esta tesis se realizó con el propósito de aportar significativamente en el marco de la conservación vial, por ello, se propuso un porcentaje de dosis óptimo de adiciones de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en el hormigón hidráulico. De esta manera, se busca reducir el rápido deterioro del pavimento rígido y reducir los costos de mantenimiento, asimismo, se optimiza el espesor de losa del pavimento, también mejoran los niveles de servicio y se optimiza costos ya que se obtuvieron espesores de losa mínimos con resistencias superiores a las requeridas.

### **1.5. Formulación de la hipótesis**

#### ***1.5.1. Hipótesis general***

La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce, mejora de manera positiva y significativa las propiedades físico-mecánicas del concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, 2021.

#### ***1.5.2. Hipótesis específicas***

- La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye de manera positiva y significativa en la resistencia a compresión del concreto.
- La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye de manera positiva y significativa en la resistencia a tracción del concreto.
- La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye de manera positiva y significativa en la resistencia a flexión del concreto.

- La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye de manera positiva y significativa en la consistencia del concreto.
- Se obtiene un espesor de losa menor, a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto, mediante la metodología AASHTO 93.
- Optimiza los costos agregar fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto.

## 1.6. Variables

### 1.6.1. *Variable independiente*

**V1:** Fibras de acero reciclado de neumáticos

**V2:** Microsílíce

**Descripción 1:** Son filamentos de alta resistencia que serán incorporados a la mezcla de concreto, en determinadas proporciones.

**Descripción 2:** Este humo de sílice, también denominado microsílíce o sílice activa, es un componente inorgánico que está contenido con partículas esféricas muy finas que se origina a partir de la disminución del cuarzo con carbón, esto durante el proceso de obtención de silicio metálico y ferrosilicio en los hornos eléctricos de arco.

### 1.6.2. *Variable dependiente*

**V1:** Propiedades físico-mecánicas del concreto

**Descripción:** Son las propiedades y la calidad del concreto en su estado plástico, que dependen mucho de la calidad del árido y de los aditivos que se utilizan en su fabricación.

**V2:** Pavimento rígido

**Descripción:** Son estructuras de hormigón simple y generalmente son diseñados para obtener un buen comportamiento con una vida útil prolongada y bajo gasto de mantenimiento.

**Tabla 1***Operacionalización de la variable independiente.*

<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>V1:</b> Fibras de acero reciclado de neumáticos	Fibras de acero son filamentos de alta resistencia que serán adicionados a la mezcla de hormigón, en determinadas proporciones.	Es la proporción de fibras de acero y Microsílice que se agregará a la mezcla de hormigón.	Porcentaje de adición de fibras de acero: - 6% - 9% - 12%	Peso en kg con respecto del cemento
<b>V2:</b> Microsílice	Microsílice: este es un compuesto inorgánico que está contenido con partículas esféricas muy finas que se forma al reducir el cuarzo con el carbón, durante el proceso de adquisición de silicio metálico y ferrosílice en hornos eléctricos de arco.	Es la cantidad de Microsílice que será incrementado a la mezcla de hormigón	Porcentaje de adición de microsílice: - 5% - 7.5% - 10%	Peso en kg con respecto al cemento

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable dependiente*

<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>V1:</b> Propiedades físico-mecánicas del concreto	Son las propiedades y cualidades que tiene el hormigón en su estado plástico y depende de la calidad de los agregados y adiciones utilizadas en la producción del hormigón.	Se obtendrá resultados de las resistencias a compresión, tracción para probetas y módulo de rotura para vigas de hormigón endurecido mediante pruebas de laboratorio normados.	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
				Resistencia a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
			Propiedades físicas	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
				Consistencia (cm)
<b>V2:</b> Pavimento rígido	Está conformado por losas de hormigón hidráulico, que en ocasiones están armadas, inicialmente el costo es superior al flexible, y el ciclo de vida va de 20 - 40 años.	Se realiza una comparación técnica económica del espesor del pavimento rígido diseñado con el método <b>AASHTO-93</b> añadiendo al hormigón fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílice, con respecto a un pavimento rígido tradicional.	Espesor de losa del pavimento	Espesor de diseño (cm)
			Impacto económico en el pavimento rígido	Costo (S/.)

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Domski et al. (2017), en su artículo “Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete. (Comparación de las propiedades mecánicas de la fibra de acero de ingeniería y de desecho usadas como refuerzo para el concreto”, el cual tuvo como objetivo principal demostrar la fibra de acero reciclado de neumáticos y comparar las características de estas con las fibras de acero comerciales en la industria de la ingeniería. Se compararon las propiedades de ductilidad de acuerdo con EN 10218-1:1994, resistencia a tracción según el ISO 6892-1: 2009, se consideró la resistencia a tracción seguidamente de la prueba de ductilidad. Asimismo, las fibras de acero recicladas demostraron tener una resistencia a tracción mayor en un 50% que las fibras comerciales y ductilidad más elevada (igual a 25 y 31 dobleces) respecto a las fibras de acero comercial.

La característica de la tensión y deformación de estos, también se diferencian significativamente. Las fibras de acero comercial y fibras recicladas son influidas en la resistencia a tracción y módulo de elasticidad por las curvas conducidas. De esta forma, se considera que la investigación ayudara a crear concretos reforzados con fibra de acero sostenible de forma más eficiente.

Pawelska-Mazur & Kaszynska (2021), en su artículo “Mechanical Performance and Environmental Assessment of Sustainable Concrete Reinforced with Recycled End-of-Life Tyre Fibres. (Evaluación del desempeño mecánico y ambiental del hormigón sustentable reforzado con fibras de neumáticos reciclados al finalizar su vida útil”, el cual, tuvo el objetivo principal de



desarrollar una solución al problema de uso residual de acero que se adquiere al recuperar caucho del reciclaje de llantas, asimismo, se desarrolló una comparación minuciosa de las características físicas mecánicas del concreto con incorporación de fibras de acero recicladas (RSF) respecto al concreto convencional. Se realizaron estudios por medio de microscopio electrónico y microtomografía computarizada, así determinando las características de las fibras, para designar el rendimiento de las características físicas y mecánicas del material compuesto, se ejecutaron diversas pruebas con el único propósito de determinar la resistencia a tracción del material compuesto; este parámetro asignado por el ensayo de resistencia a tracción para la división, el ensayo de resistencia a tracción residual (prueba de 3 puntos) y prueba de división por cuña (WST), demostrando así el incremento de resistencia a tracción respecto al hormigón sin modificación en porcentajes de 30%,43% y 70% relevante al método.

Los resultados de las propiedades de fractura en el concreto reforzado fueron visualizados en un gráfico de deformación de las muestras durante el WST, utilizando el método correlativo de imagen digital (DIC), el nuevo compuesto se comprobó en tema de economía y resulto con 30.8% menos de emisiones CO<sub>2</sub> que un concreto con fibras de uso común y 31.3% menos uso de energía, las características de fractura del nuevo compuesto reforzado se visualizaron por el método de imagen digital (DIC), también permitió ilustrar las deformaciones durante el WST.

Vaitkus et al. (2021) en su artículo “Concrete Modular Pavement Structures with Optimized Thickness Based on Characteristics of High Performance Concrete Mixtures with Fibers and Silica Fume. (Estructuras de pavimento modular de hormigón con espesor optimizado según las características de mezclas de hormigón de alto rendimiento con fibras y humo de sílice”, este tuvo como objetivo principal optimizar el espesor de los pavimentos, el hormigón de clase C30/37 se usa generalmente para los pavimentos que van sobre una base rígida, semirrígida o

flexible, este hormigón tiene características para el diseño y su resistencia a tracción, flexión están entre 4.5-5.4 MPa y 2.8-3.7 MPa; las características de diseño se incrementan al densificar la mezcla y esto se puede realizar agregando fibras de acero, humo de silicio o polipropileno. El hormigón de alto rendimiento tiene mejores características que van entre un 20 y 60% más altas respecto al hormigón convencional (C30/37), con esto hay mayores probabilidades de reducir losas de pavimento. Al analizar teóricamente hormigones con mezclas de alto rendimiento (C40/50, C45/55, C50/60) mostraron que podrían reducir el espesor en las losas en un 6% y 39% a comparación de pavimentos de hormigón común, según el método de diseño y las propiedades de esta; finalmente se determinaron tres mezclas de concreto con el cual se reduce el costo del pavimento y el espesor de esta: i) 49.5kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero; ii) 10 kg/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno (tipo A); iii) 49.5 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero y 25.2 kg/m<sup>3</sup> de humo de sílice.

Saba et al. (2021), en su artículo “Strength and flexural behavior of steel fiber and silica fume incorporated self-compacting concrete. (Resistencia y comportamiento a la flexión del hormigón autocompactante incorporado de fibra de acero y humo de sílice)”, el cual, tuvo como meta principal discutir los resultados de una investigación experimental principalmente acerca de las propiedades frescas y endurecidas de mezcla de hormigón autocompactante con cuatro porcentajes de fibra de acero (0.25, 0.50, 0.75 y 1.0%) y con tasa de reemplazo de cemento de 20% con humo de sílice. De acuerdo con la especificación EFNARC y la resistencia a la segregación según la ASTM C 1611 la trabajabilidad del hormigón se evaluó mediante tres pruebas (flujo del asentamiento T50, caja en L, embudo en V y prueba de asentamiento). La trabajabilidad se redujo al usar fibras, no obstante, se mejoró las propiedades en estado endurecido como la tenacidad. Esta característica se compara con la incorporación de patrones con cuatro capas de 25mm de altura y siete combinaciones de patrones de fibras, para así cuantificar el impacto en la muestra de prisma.

Según a la orientación de la fibra de acero los patrones cuadruplicados tienen buena predicción a los impactos que sufrirán. Por tanto, se concluye que la adaptación de fibras de acero y humo de silicio como reemplazo del cemento es más económico y durable.

Mastali et al. (2019) en su artículo “A comparison of the effects of pozzolanic binders on the hardened-state properties of high-strength cementitious composites reinforced with waste tire fiber. (Una comparación de los efectos de los aglutinantes puzolánicos sobre las propiedades de estado endurecido de los compuestos cementosos de alta resistencia reforzados con fibras de llantas de desecho)”, el cual, tuvo como objetivo principal realizar un análisis experimental y estadístico para así examinar el efecto que produce sustituir cemento ordinario con cenizas volantes y humo de silicio sobre las características del concreto reforzado con fibras de llantas desechadas. Se utilizaron fibras de acero reciclado en volúmenes de 0.5% y 1%, por otra parte, se utilizó cenizas volantes y humo de silicio estos en reemplazo del cemento ordinario en respecto a su peso 10%, 20% y 40%. Los efectos de combinar estas dos mezclas (fibras de acero y cenizas volantes) se analizaron mediante un programa experimental en dos etapas. Primero se realizó el efecto que se produce al reemplazar el cemento con cenizas volantes, para ello, se evaluó el calor de hidratación, formación de fases cristalinas con difracción de rayos X, pérdida de masa a altas temperaturas con termogravímetro, porosidad de pasta con porosimetría de instrucción de mercurio. En la segunda etapa se analizó los efectos de la incorporación de fibras de acero reciclado, en las características endurecidas del hormigón en base a cemento clásico que contienen puzolanas, se evaluaron por inmersión y ascenso capilar, velocidad puzoultrasonico, resistencia a tracción por división, resistencia a compresión, resistencia a flexión y resistencia a impacto de las mezclas forzadas. Se sometieron a análisis estadístico y regresión lineal los resultados experimentales para correlacionar las propiedades mecánicas e impacto de la mezcla e identificar

distribuciones de probabilidad. La utilización de aglutinantes puzolánicos mejora las propiedades mecánicas y el impacto de la mezcla reforzada con fibras de neumáticos en desuso, esto afecta el comportamiento de extracción por fricción de las fibras. La adición de fibras a la mezcla mejora significativamente el comportamiento a flexión. El humo de sílice tuvo mayor impacto en la mejora de las propiedades en estado endurecido respecto a las cenizas volantes. La mayor mejora se dio al reemplazar el cemento clásico en un 40% con humo de silicio. Basándose en los resultados analíticos se confirmó que el humo de sílice se ajusta a la distribución normal, por otra parte, las cenizas volantes elevan el coeficiente de correlación entre resistencia mecánica e impacto.

### ***2.1.2. Antecedentes Nacionales***

Aureliano (2018), en su tesis que esta titulada “Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del hormigón usado para pavimentos rígidos, Trujillo, 2018”, su propósito principal fue determinar el efecto de acero trefilado y plastificante en el hormigón para mejorar la resistencia compresión y flexión aplicado a losas de pavimentos utilizando un diseño experimental, tuvo como unidad de estudio testigos de hormigón que fue conformada por 60 testigos, el muestreo no probabilístico, la recolección de datos se realizó por el Análisis de Documentos, por otra parte para el análisis de datos se utilizó el método de la influencia estadística con el instrumento de prueba estadística, se tuvo que considerar el método Shapiro Wilk por tener una determinada cantidad de datos (50 probetas) a ser analizados, a los 28 días que proviene de distribución normal y así se califica como prueba paramétrica: Analizar la varianza bifactorial y con ello se contrastó la hipótesis de la investigación confirmando el efecto de los aditivos en el hormigón, el problema generado son los diversos tipos de fallas y con ello el rápido deterioro del concreto por diversos motivos como la baja resistencia a compresión y flexión, de esta forma se perdieron vidas, por otra parte, los resultados de esta investigación consta en la

reducción de agua (R.A) en un 30%, adicionando 1% de plastificante y 20 kg/m<sup>3</sup> de acero trefilado, con esto se obtuvo una resistencia a compresión  $f'_c = 378 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_c = 79 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a flexión a los 28 días, se determinó que al utilizar acero trefilado y un aditivo plastificante incrementan la resistencia a compresión y flexión del hormigón ( $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  a  $f'_c = 378 \text{ kg/cm}^2$  y  $M'_r = 44 \text{ kg/cm}^2$  a  $M'_r = 79 \text{ kg/cm}^2$ ) con esto se muestra un incremento considerable en la resistencia del hormigón a los 28 días, que será utilizado en losa de pavimento rígido.

Carrasco (2019), en su tesis “Resistencia por compresión y módulo de rotura en pavimentos rígidos, incorporando microsílíce y un policarboxilato”, cuyo propósito principal fue determinar la resistencia a compresión y módulo de rotura de un pavimento, adicionando al diseño de mezcla 5%, 7.5% y 10% de microsílíce y 0.5%, 1% y 2% de policarboxilato, para calcular el espesor de la losa de pavimento, dicho estudio fue experimental, correlacional, descriptivo y explicativo con método deductivo. La población está conformada por 150 testigos para el ensayo a compresión axial y 20 vigas para módulo de rotura estas con diseño de mezclas de 0.5, 1% y 2% de policarboxilato y 5%, 7.5% y 10% de microsílíce, para realizar estas pruebas se empleó el laboratorio de la UNI, determinando propiedades de los agregados, peso unitario, contenido de húmedas, granulometría porcentaje de absorción, etc., con el uso de la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037, 400.017, 400.010, 400.021 y 400.022. Las conclusiones obtenidas a través de la correlación de Pearson demostraron que las hipótesis específicas 1, 2, 3 son superiores al valor 0.05 aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, donde se concluye que al adicionar 1% de policarboxilato y 10% de Microsílíce el diseño de mezcla se aumenta la resistencia a compresión  $f'_c = 988.28 \text{ kg/cm}^2$  respecto a la muestra tradicional  $f'_c = 315 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo al ensayo de laboratorio realizado.

Accilio y Chancas (2020), en su tesis denominada “Evaluación del hormigón  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> agregando fibras de acero y microsílíce, Lima 2020”, tenía como objetivo principal realizar una evaluación de la influencia en el hormigón  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibras de acero y micro sílice, esta investigación tiene como característica ser metodológicamente aplicada, descriptiva, cuasi experimental y transversal. Cuyo proceso fue el siguiente: primero se realizó el estudio de los agregados que es la base para diseñar la mezcla por la metodología ACI 211, luego teniendo el grupo de patrón definido en proporciones, se incorporaron los porcentajes de fibras de acero y micro sílice; seguidamente se definieron tres grupos con distintas proporciones de estas adiciones i) fibras de acero 1% respecto al peso del hormigón y micro sílice 5% respecto al peso del cemento ii) fibras de acero 1.5% respecto al peso del hormigón y microsílíce 7.5% respecto al peso del cemento iii) fibras de acero 2% respecto peso del hormigón y micro sílice 10% respecto al peso del cemento; finalmente se concluye que existe un aumento en su resistencia a compresión a los 28 días, en el tercer grupo se obtuvo un  $f'c= 362$  kg/cm<sup>2</sup> esto representa un incremento del 122% respecto al concreto patrón, en el grupo tres se verificó la resistencia a tracción de 45 kg/cm<sup>2</sup> que representa un incremento del 150% con relación al hormigón patrón, se utilizó el método radial, la resistencia a tracción por flexión en el grupo tres dio un valor de 55 kg/cm<sup>2</sup> y representa un incremento de 167% con relación al hormigón patrón, asimismo, la adición de fibra de acero y microsílíce reduce la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

Gutierrez y Vizarréta (2021) en su tesis “Incremento del módulo de rotura por flexo tracción de losas de concreto hidráulico empleando fibras de acero provenientes de neumáticos reciclados para uso como losas en pavimento”, tuvo como objetivo principal utilizar el acero reciclado proveniente de un neumático en desuso, como alternativa para aumentar la resistencia de losas de hormigón frente a los esfuerzos de flexo tracción, y así poder disminuir las fisuras por

la acción de solicitaciones externas, en pavimentos rígidos. Por ello se realizó un estudio del comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto tradicional con refuerzo de fibras de acero, la obtención de fibras se realizó de llantas en desuso, estos neumáticos se obtuvieron de distintas recaudadoras de la ciudad de Lima. Se realizaron probetas cilíndricas y prismáticas que fueron curadas en una poza por inmersión completa durante 3, 14 y 28 días, con el propósito de analizar la evolución de la resistencia con el tiempo, las probetas fueron analizadas en sus distintas edades 3, 7 y 28 días. En base a los resultados que se obtuvieron resultó que existe un aumento de 48.1% del módulo de rotura a flexo tracción, esto implica que las fibras de acero tuvieron un efecto directo, el acero fue adicionado en longitudes de 45mm, su peso representa el 3% del concreto, esto brinda un aporte estructural a las losas de concreto. Finalmente se concluye que, utilizando acero reciclado en el concreto se puede conseguir losas con resistencia a flexo tracción y menor espesor que las losas convencionales.

Vargas y Yataco (2020), en su tesis “Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión el hormigón para pavimentos rígidos”, cuyo principal objetivo fue analizar los efectos de la fibra de acero y fibra de polipropileno en la resistencia a flexión del hormigón para el uso en pavimentos rígidos, apoyándose en investigaciones nacionales e internacionales, que le permita tener una opción de mejorar la resistencia a flexión, reduciendo las grietas y fisuras en el hormigón, con el propósito de prolongar la vida útil de los pavimentos rígidos. Al revisar investigaciones nacionales e internacionales se realizó un análisis estadístico de las pruebas de resistencia a flexión del hormigón, donde se determinó que existe una correlación entre el aumento porcentual de la resistencia a flexión y la dosis óptima de fibras de acero y polipropileno. El análisis estadísticos nos dan a conocer que el 37% es el mayor aumento en porcentaje de la resistencia a flexión del hormigón con una óptima dosificación de fibras de acero de 37 kg/m<sup>3</sup>, de

18% con una proporción de macro fibras de polipropileno de 5 kg/m<sup>3</sup>, y de 12% con una proporción de polipropileno de 0.45 kg/m<sup>3</sup>. Por último, se concluye que la existencia de una elevada correlación entre la dosificación de la fibra que se adiciona al hormigón y el aumento de la resistencia a flexión y la incorporación de fibras tiene una óptima dosificación, al sobrepasar esta no se consigue incremento en la flexión del hormigón endurecido.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El concreto**

Material de construcción tradicional formado por tres componentes esenciales (cemento, áridos gruesos, áridos finos y agua), sin embargo, en ocasiones se añade un aditivo, que es un cuarto componente, por otra parte, se pretende obtener el hormigón y añadir aire a esta mezcla, esta se consigue realizando una combinación de los componentes.

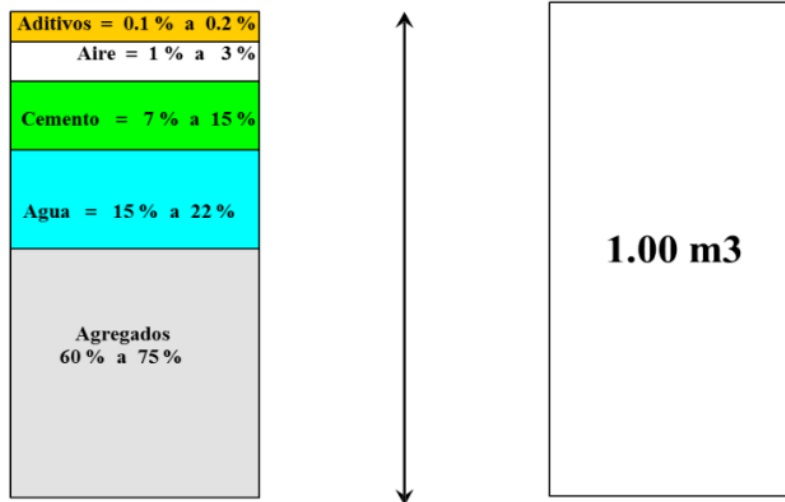
El concreto es una masa plástica que se moldea y compacta fácilmente, pero a medida que se endurece, pierde su plasticidad y adopta las propiedades de un cuerpo sólido.

El hormigón es un material de construcción con más usado, pero su uso eficaz requiere una profunda comprensión de las propiedades del material y de las muchas aplicaciones diferentes a las que puede utilizarse hoy en día, según el punto de vista de (Torre, 2004).



## Figura 1

*Proporciones típicas de los componentes del concreto*



*Nota.* Tomado de Diseño de mezclas de concreto- Jorge Ticlla.

### **2.2.1.1. El cemento.**

Según Pasquel (1998) se considera aglomerante hidrófilo, asimismo, se elabora calcinando piedras calizas, areniscas y arcillas para obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece y adquiere propiedades de resistencia y adherencias.

#### **2.2.1.1.1. Cemento Portland.**

Para Neville (1998) Este aglomerante denominado Portland se refiere al cemento obtenido mediante la mezcla de insumos calcáreos y arcillosos con otros materiales relacionados con sílice, alúmina, y óxido de hierro, que se calientan a temperaturas elevadas originando escorias, seguidamente se hace una molienda del producto que resulta.

También se define como un producto obtenido mediante la pulverización del Clinker Portland con la incorporación de una o diversas formas de sulfato de calcio. Se permite agregar

otros productos siempre que contengan o afecten las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser molidos junto al clinker.

El cemento que se usa para elaborar hormigón, deberá cumplir la normativa ASTM C-150, que lo clasifica de la siguiente manera:

- El Silicato tricálcico (C3S)
- El Silicato bicálcico (C2S)
- El Aluminato Tricálcico (C3A)
- El Ferro-Aluminato Tetracálcico (C4AF)

Generalmente el clinker está contenido entre 70% y 75% de los primeros compuestos, entre 7% y 15% del aluminato tricálcico y el resto está compuesto por ferro-aluminato tricálcico y los compuestos secundarios como el MgO y el SO<sub>3</sub>. La proporción de estos componentes están en el Clinker, depende de la cantidad en que estén presentes en la materia prima, los elementos minerales que los conforman, con el: calcio, silicio, aluminio y hierro, desde el criterio de (Rivva, 2015).

#### ***2.2.1.1.2. Cemento portland tipo I.***

El cemento Tipo I, es conocido comúnmente como cemento clásico de uso común, este se usa para los proyectos que no requieren una protección especial, en ocasiones en condiciones de trabajo del proyecto, siempre y cuando que no impliquen condiciones climáticas agresivas ni que tengan contacto con sustancias perjudiciales como los sulfatos. En esta clase de cemento el silicato tricálcico (C3S) provoca una resistencia significativa en un corto período de tiempo, lo que resulta en la máxima cantidad de calor generado por la hidratación. Por otra parte, el silicato dicálcico (C2S) participa en la introducción de la resistencia a edades tardías. En este tipo de cemento los aluminatos se hidratan de forma acelerada, sin embargo, ayudan de una manera menos

significativa en la resistencia final, asimismo, son compuestos potencialmente reactivos, pues en caso de la presencia de sulfatos en solución forman sulfoaluminatos, los cuales producen expansiones que llegarán a desintegrar por completo al hormigón o cualquier otra estructura hecha en base de cemento.

#### **2.2.1.2. Los agregados.**

Desde el criterio de (Carbajal, 1993) Se definen como los elementos inertes para el hormigón que son aglomerados por la pasta de cemento y así formar una estructura durable, estos cubren aproximadamente  $\frac{3}{4}$  partes del total de volumen y son primordiales en el producto final.

La denominación de los inertes es relativa, debido que no afectan directamente las reacciones químicas entre el agua y el cemento, se produce el llamado aglomerante o pasta cementica, sin embargo, sus propiedades afectan principalmente al producto final, en ocasiones es importante como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad, etc.

Generalmente está compuesto por minerales como areniscas, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de los mismos, y sus propiedades físico-químicas afectan prácticamente en todas las características del hormigón (Pasquel, 1993)

Las distribuciones volumétricas de partículas son importantes en el hormigón para una estructura densa, eficaz y con una adecuada trabajabilidad. Se ha demostrado científicamente que debe haber un ensamble casi total entre las partículas para que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté conectado por la pasta cementica (Carbajal, 1993)

#### ***2.2.1.2.1. Agregado fino.***

El agregado fino es definido como producto de la disolución natural o artificial de roca ígneas, que pasa el Tamiz NTP 9,5mm (3/8") y que cumplen con los límites establecidos de la norma NTP 400.037.

El agregado fino está conformado de arena natural, artificial o una mezcla de ambos, asimismo, el perfil de partículas son limpias preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. (Rivva, 2015)

Los agregados finos deberán estar libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas y pueden ser los esquistos, álcalis, material orgánico, sales, y otras sustancias que sean dañinas. (Rivva, 2015)

El agregado fino debe calibrarse dentro de los límites que están indicados en la norma NTP 400.037. Se recomienda tener en consideración lo siguiente:

La granulometría que sea seleccionada debe ser de preferencia de forma continua, con valores retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 de la serie de Tyler (Rivva, 2015)

El agregado no retendrá más del 45% en los dos tamices que son continuos y del cualquier número (Rivva, 2015)

Por lo general, se recomienda que la granulometría esté en los límites establecidos de la tabla que se presencia a continuación.

**Tabla 3**

*Límites granulométricos del agregado fino*

Malla	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 - 100
N°8	80 - 100
N°16	50 - 85
N°30	25 - 60
N°50	10 - 30
N°100	2 - 10

*Nota.* Tomado de Diseño de mezclas, Rivva (2015)

El porcentaje que se muestra en los tamices N°50 y N°100 podrá ser reducido a 5% y 0% de forma respectiva, si el agregado es usado en concreto con aire incorporado, cuyo, contenido de cemento es superior a 225 kg/m<sup>3</sup>, y en concretos sin aire incorporado con contenido de cemento es superior a 300 kg/m<sup>3</sup>, y si emplearan un aditivo mineral para suplir la deficiencia en el porcentaje que pasa por la malla (Rivva, 2015).

El módulo de fineza del agregado fino permanecerá dentro de un rango de más o menos 0,2 que es un valor aceptable para seleccionar las proporciones del hormigón. Esto se debe a la recomendación que el valor esperado este en rangos de 2.35 y 3.15 (Rivva, 2015).

Si se excediera el límite indicado de 0,2, el agregado puede ser rechazado por la prueba, de forma alterna, ésta podrá autorizar ajustes en la proporción de la mezcla para así compensar las fluctuaciones en la granulometría. Los ajustes no generan reducción en la cantidad de cemento (Rivva, 2015)

El agregado fino no debe tener material orgánico de acuerdo a los requerimientos de la Normativa NTP 400.013 (Rivva, 2015).

#### **2.2.1.2.2. Agregado grueso.**

El agregado grueso es aquel material retenido en el Tamiz NTP 4.75mm (N°4) y cumple con límites que establece la Norma NTP 400.037, según (Rivva, 2015).

El agregado grueso contiene el tipo de grava formada naturalmente o de forma artificial, piedra chancada o agrietada. El agregado grueso usado en la producción de hormigón ligero puede ser de forma natural o artificial (Rivva, 2015).

El agregado grueso debe estar conformado por fragmentos limpios, de perfiles preferiblemente angulares de forma semi angulares, compactas, duras, resistentes y de textura rugosa.

Las partículas deben ser químicamente estables y estar libres de escamas, polvo, tierra, limo, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales y otras sustancias nocivas (Rivva, 2015).

El agregado grueso debe graduarse dentro de los límites especificados por la normativa NTP 400.037 o en la normativa de la ASTM C 33, las cuales está en las siguientes tablas, se recomienda tener en consideración lo siguiente:

- La granulometría de los agregados que serán seleccionados deben ser de forma continua.
- La granulometría elegida debe permitir la adquisición de la máxima densidad del hormigón, con suficiente trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- La granulometría elegida no debe tener más del 5% del agregado con retención en la malla o tamiz de 1 ½” y no más de 6% del agregado que pasante a la malla de 1/4”.

**Tabla 4***Límite de graduación del agregado Grueso*

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasan por las siguientes fallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8
2"	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
1 1/2"	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
1"	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
3/4"	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10

*Nota.* Tomado de Diseño de mezclas, Rivva (2015).

### **2.2.1.3. El agua.**

La calidad del agua es de suma importancia, "las turbidez o impurezas pueden intervenir en el endurecimiento de la pasta cementica, afectar de forma negativa la resistencia del hormigón o causar el manchado de la superficie, también se corroerían los aceros de refuerzo" (Neville, 1998).

Por tal motivo se debe evaluar para determinar si es conveniente o no usarlo en la mezcla y el curado del hormigón.

Según Carbajal (1993), "el agua es un componente clave para curar el concreto y desarrollar sus propiedades de forma favorable, por lo que este componente debe cumplir ciertos requerimientos para poder realizar su función en mezcla química (p. 59).

El agua utilizada en el hormigón tiene las siguientes funciones:

- Reaccionar con el cemento y así hidratarlo.

- Se porta como un lubricante y, así ayuda a la trabajabilidad de la mezcla.
- Procura la formación de vacíos necesaria en la masa para que los productos de hidratación tengan espacios para desarrollarse.

El agua utilizada para la preparación y el posterior curado del hormigón debe cumplir con especificaciones de la normativa NTP 339.088 y ser de preferencia potable.

La Norma NTP 339.088 establece los requisitos para el agua de mezclado y posterior curado que se muestra a continuación.

**Tabla 5**

*Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la Norma NTP 339.088*

Ítem	Descripción	Límite permisible		
01	Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
02	Materia orgánica	3	ppm	Máximo
03	Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000	ppm	Máximo
04	Sulfato (ión SO <sub>4</sub> )	600	ppm	Máximo
05	Cloruros (ión Cl <sub>1</sub> )	1000	ppm	Máximo
06	PH	5 a 8	ppm	Máximo

*Nota.* Tomado de Normativa Peruana NTP 339.088, 2006 concreto. Agua de mezcla usada en la producción de concreto.

#### **2.2.1.4. Aditivo.**

Es un material que, además de los ingredientes habituales como el cemento, los áridos y el agua, puede añadirse antes o durante el proceso de construcción para alterar las propiedades del terreno.

Los aditivos que deberán utilizarse en la producción del hormigón deben de cumplir con los requerimientos de norma peruana NTP 334.088 "Aditivos químicos en pastas y hormigón



(concreto)", esta reemplaza a las anteriores normativas nacionales 339.086 y 339.087 del año 1981. El antecedente de la actual normativa está en la ASTM C494.

## **2.2.2. *Propiedades del concreto***

### **2.2.2.1. *Propiedades en estado fresco.***

#### **2.2.2.1.1. *Trabajabilidad.***

Es la propiedad del concreto en estado fresco o dicho de otra manera en estado no endurecido, esta propiedad determina la facultad del concreto de ser manipulado, colocado, consolidado y transportado de manera adecuada, con mínimo trabajo y máxima homogeneidad; y ser acabado sin presentar segregación (Rivva, 2015).

#### **2.2.2.1.2. *Consistencia.***

Es la propiedad del concreto que define el grado de humedecimiento de la mezcla por el grado de fluidez de esta; con esto se da a entender que cuando la mezcla presenta una mayor humedad mayor es la simplicidad con la que el concreto fluye durante su colocación.

La consistencia tiene una relación con la trabajabilidad, pero no son sinónimos. Por ejemplo, una mezcla demasiado trabajable para una pavimentación puede ser demasiado consistente, en tanto una mezcla con poca trabajabilidad en estructuras con elevada concentración de aceros puede ser de una consistencia plástica.

Los norteamericanos tienen una forma de clasificar al concreto por el asentamiento de la mezcla en estado fresco. Este método es conocido como método de Asentamiento, como de Abrams o Slump (Rivva, 2015).

- Consistencia seca correspondiente a un asentamiento de 1" a 2" (25 mm a 50 mm).
- Consistencia plástica correspondiente a un asentamiento de 3" a 4" (75 mm a 100 mm).

- Consistencia fluida correspondiente a un asentamiento de 6” a 7” (150 mm a 175 mm).

#### **2.2.2.1.3. Segregación.**

El hormigón fresco tiene una propiedad que implica que se ha descompuesto en sus partes constitutivas o, para decirlo de otra manera, que se ha separado el agregado de mortero pesado. Debido a la disparidad de densidades entre los compuestos del hormigón, las partículas mayor peso tienden naturalmente a caer al suelo. Es malo para el hormigón porque causa bolsas de piedra, capas de arena y otros problemas en la zona rellena. El riesgo de segregación aumenta con el aumento de la humedad en una mezcla, mientras que el riesgo disminuye a medida que la mezcla se seca. El fenómeno de segregación en las mezclas suele ser causado por procesos de manipulación y colocación insuficientes (Castillo, 2009).

#### **2.2.2.1.4. Exudación.**

Propiedad en la cual una porción de la mezcla se separa de la arena y se eleva a la superficie del hormigón.

Este es un caso común de sedimentación donde los sólidos se asientan dentro de la masa plástica que está influida por la porción de finos en los agregados y la fineza del cemento, por lo tanto, cuanto más fino es el agregado de este y mayor es la proporción de los materiales menores a la malla Nro. 100, la propiedad de exudación es menor puesto que se el agua de la mezcla es retenida.

Dado que la exudación es una propiedad del hormigón, es ineludible. La clave es evaluar y controlarla para minimizar cualquier efecto negativo que pueda tener (Carbajal, 1993).

#### **2.2.2.1.5. Contracción.**

Esta es una características con mucha importancia debido al problema de las grietas que son producidas de forma habitual.

La pasta de cemento se contrae ineluctablemente como resultado de la combinación química que reduce el volumen original de agua, un proceso conocido como contracción intrínseca que es irreversible. La contracción seca en la pasta de cemento, por otro lado, es la responsable de la mayor parte de problemas de fisura porque se produce tanto en un estado de plástico como en un estado endurecido si se permite que el agua escape de la mezcla. Es un proceso reversible, ya que se puede recuperar gran parte de la contracción que se produjo como consecuencia de la sequedad (Carbajal, 1993).

#### **2.2.2.2. Propiedades en estado endurecido.**

##### **2.2.2.2.1. Elasticidad.**

La capacidad del hormigón para deformarse bajo carga sin deformarse permanentemente se conoce como deformabilidad plástica. En consecuencia, la relación estrés-deformación para una carga que aumenta continuamente suele adoptar la forma de una curva. Cuando una línea se separa de una línea y comienza a curvarse, se conoce como el módulo elástico. Esta relación mide el estrés a la deformación. (Rivva, 2015).

Los módulos de elasticidad normal varían entre 250 y 350 kg/cm<sup>2</sup>, y están directamente relacionados con la resistencia a la compresión del hormigón, e inversamente proporcional a la relación agua/cemento. Conceptualmente, las mezclas ricas tienen módulos de elasticidad mayor magnitud, y mayores capacidades de deformación que las mezclas pobres. (Carbajal, 1993)

#### **2.2.2.2. Resistencia.**

Como resultado de las características adhesivas de la mezcla de cemento, tiene un rendimiento de compresión superior en comparación con la tracción.

Se determina principalmente por la concentración de la pasta, que suele expresarse como una media pesada de la relación agua-cemento. Aparte de la temperatura y el tiempo, también está influenciado por los mismos factores que afectan a las propiedades de la mezcla, como el tipo de cemento utilizado y sus características de resistencia, así como la calidad de los aditivos utilizados para completar la estructura del hormigón. (Carbajal, 1993)

La resistencia a compresión del hormigón es una propiedad mecánica fundamental, y es utilizada en los cálculos para diseñar estructuras elaboradas con este material. El hormigón se usa generalmente tiene una resistencia a compresión que va de 210 a 350 kg/cm<sup>2</sup>. El hormigón de alta resistencia a compresión es al menos 420 kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizaron resistencias de 1,400 kg/cm<sup>2</sup> para aplicaciones de construcciones especiales.

#### **2.2.2.3. Extensibilidad.**

Una propiedad única del hormigón es que puede estirarse y formarse sin romperse. Se utiliza la deformación máxima de la unidad permitida sin fractura del concreto para definir esta propiedad. Depende de la elasticidad y del llamado flujo plástico, que está conformado por las deformaciones que surgen en el hormigón bajo cargas persistente en el tiempo (López, 2012)

Aunque la contracción y el flujo de plástico son fenómenos nominalmente separados, el flujo de plástico tiene la propiedad única de ser recuperable parcialmente.

Las micro fisuras generalmente ocurren aproximadamente al 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la denominada fisuración que es visible aparecerá para 0.003 de deformación unitaria (López, 2012)

#### **2.2.2.2.4. Durabilidad.**

Para ser corrosiva y resistente al calor significa que puede soportar agentes externos como las bajas temperaturas y la penetración del agua durante largos períodos de tiempo sin degradar sus propiedades físico-químicas. Cuando se pone en servicio, el hormigón debe ser capaz de soportar los elementos, las reacciones químicas y el desgaste. Este daño meteorológico se debe, sobre todo, a los ciclos repetidos de congelación. La resistencia del hormigón a este daño se puede mejorar incrementando la impermeabilidad incluyendo de 2% a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revenimiento protector en la superficie (Castillo, 2009).

#### **2.2.2.2.5. Impermeabilidad.**

Es capaz de permitir que el agua o el aire pasen por ella, asimismo, la reducción del contenido de agua en la mezcla suele mejorar esta propiedad crítica del hormigón y después de la evaporación, el agua excesiva deja huecos y cavidades que, si están conectadas, permiten que el agua pase o penetre en el hormigón. La inclusión de aire y la curación adecuada durante un periodo de tiempo prolongado ayudan a mejorar la impermeabilidad (Castillo, 2009).

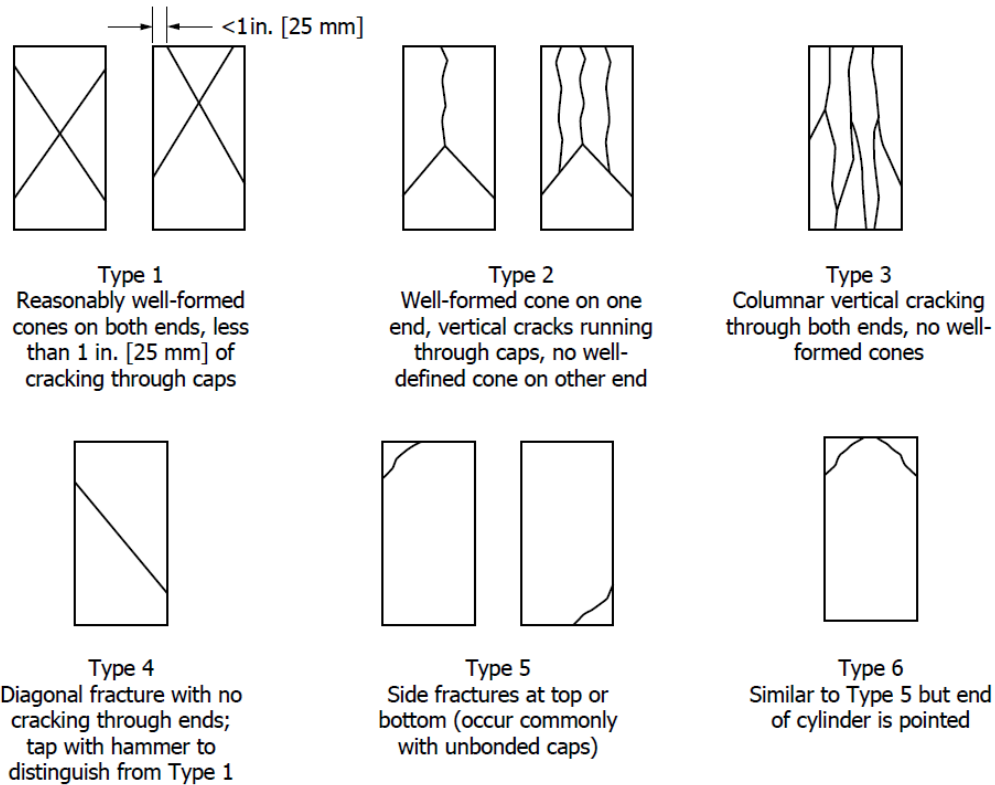
### **2.2.3. Ensayos de Resistencia y Asentamiento del Concreto**

#### **2.2.3.1. Ensayo de Resistencia a compresión**

En concordancia con la NTP-339.034/ASTM C 39/C39M-17, para mantener un molde cilíndrico dentro de un rango aceptable antes de que se rompa, la compresión axial debe aplicarse a una velocidad precisa al molde durante la producción. La tensión de compresión de la muestra se determina multiplicando el coeficiente de carga máximo por el área de la sección transversal de la muestra. Esta comenzó a deformarse y la tasa de carga aumentó hasta el máximo. La resistencia del hormigón se estudió durante 7, 14 y 28 días utilizando muestras cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura.

## Figura 2

*Esquema de patrones de fractura típicos en ensayos de Resistencia a Compresión*



*Nota.* Tomado de American Society for Testing and Materials ASTM C39.

Procedimientos:

- Las muestras se analizan a los 28 días.
- Se miden los parámetros de la muestra.
- La inspección preliminar muestra que ambas placas están immaculadas y que la muestra está perfectamente centrada entre ellas antes de que comiencen las pruebas.
- Aplicar la carga continuamente para evitar colisiones.
- Una vez alcanzado el máximo esfuerzo P, se recogen los datos.

Para determinar la resistencia a compresión de la muestra, se utiliza la siguiente formula:

$$f'c = 4P / \pi D^2$$

Donde:

F'c: Resistencia a ruptura por compresión axial ( $kg/cm^2$ )

P: Esfuerzo máximo de rotura aplicado (kg)

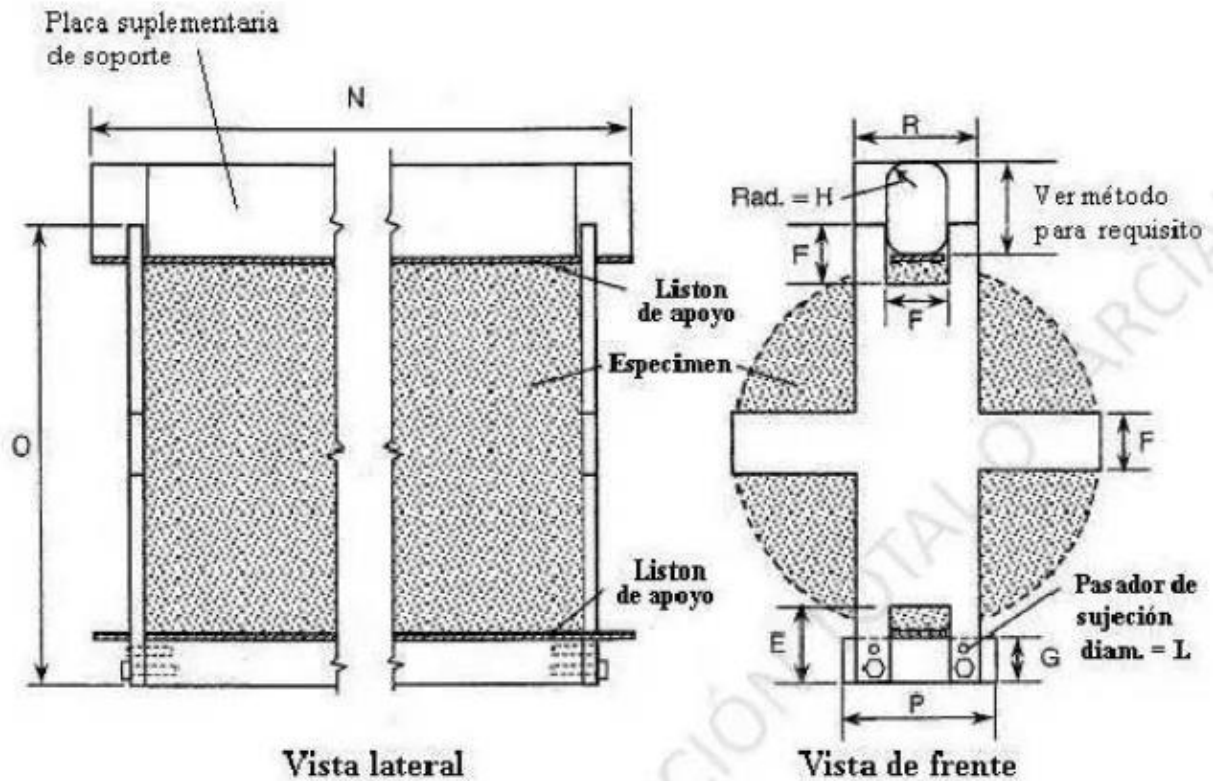
D: Diámetro del testigo cilíndrico (cm).

### **2.2.3.2. Ensayo de Resistencia a Tracción**

En concordancia con la NTP 339.084/ASTM C 496/C496-17, esta metodología de prueba consiste en ejercer una fuerza uniforme de compresión a lo largo del diámetro de un espécimen de testigo cilíndrico de concreto, dicha fuerza será ejercida de manera constante hasta causar la falla. La carga induce tensiones de tracción en un plano que contiene la carga ejercida y tensiones de compresión altas en el área de la carga que se aplicada. Esto origina una falla por tracción en lugar de una falla por compresión, ya que, las áreas en las que se aplicaron una carga están en un estado de compresión triaxial, y ello les permite soportar tensiones de compresión mucho más elevadas de lo que indicaría un resultado de prueba de resistencia a compresión uniaxial.

**Figura 3**

*Muestra colocada en una máquina de prueba para determinar la resistencia a la tracción de división*



*Nota.* Tomado de Norma Técnica Peruana 339.078, (2012).

Procedimientos:

- Las muestras se analizan a los 28 días.
- Las muestras cilíndricas a ensayar son de  $D=150$  mm y  $H=300$  mm.
- Vistas generales de un equipo adecuado para señalar el diámetro final que se usara para la alinear la muestra en la máquina de prueba.
- planos detallados de un equipo adecuado para señalar el diámetro final que se usara para alinear la muestra.
- Plantilla para alinear testigos de hormigón y tirantes de cojinetes



- Muestra instalada en una máquina de prueba para determinar la resistencia a tracción de división.

Para hacer el cálculo de la resistencia a compresión de la muestra, utiliza la siguiente formula:

$$T = 2P / \pi \cdot l \cdot d$$

Donde:

T: Resistencia a tracción de división ( $kg/cm^2$ )

P: Carga máxima que es aplicada e indicada por la máquina de prueba (kg).

L: Longitud (cm)

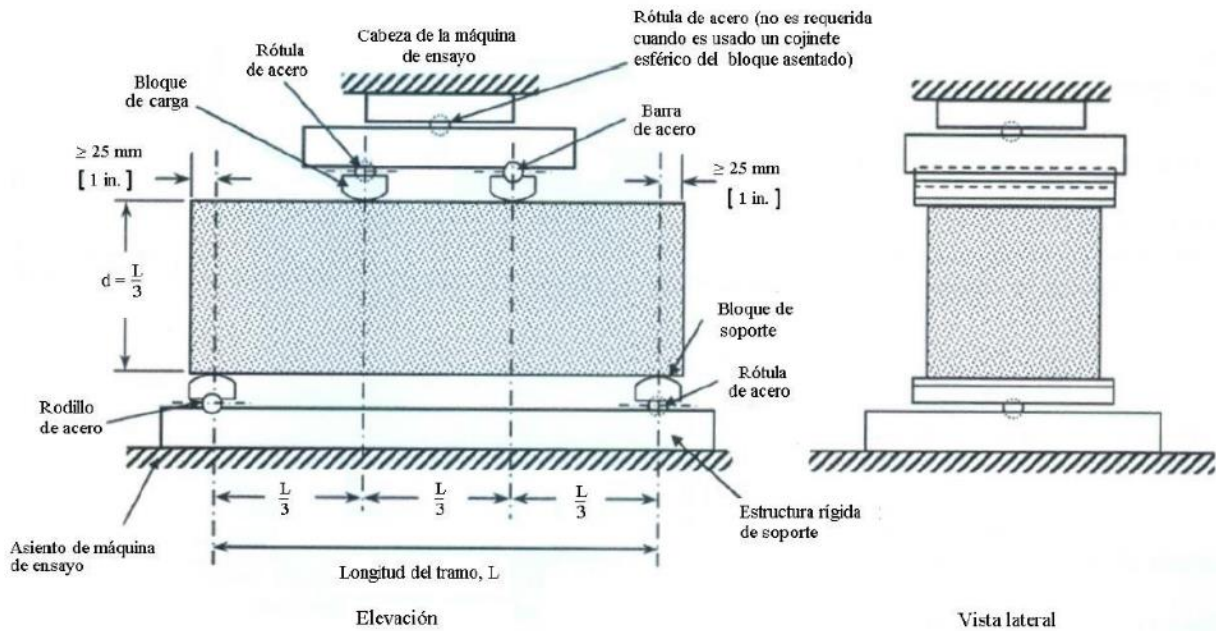
D: Diámetro en (cm)

### **2.2.3.3. Ensayo de Resistencia a Flexión**

La resistencia a flexión se expresa en términos del módulo de rotura ( $M_r$ ) y a su vez esta normado por la NTP 339.078/ASTM C 78, este ensayo consta con muestras de prueba con secciones transversales prismáticas de 150 mm x 150 mm x 540 mm, que se apoyan en dos soportes de 0,46 m de distancia. Además, se aplica una carga a dos tercios de la sección libre (0,15 m desde sus ambos extremos) hasta que la sección fallezca.

**Figura 4**

*Esquema del equipo para ensayo de módulo de rotura utilizando una viga simple cargada a los tercios de la luz.*



*Nota.* Tomado de Norma Técnica Peruana 339.078, (2012).

Para comprender mejor la resistencia a flexión del concreto con el tiempo, se ensaya las vigas a los 28 días.

Procedimientos.

- Utilizar líneas finas para denotar las secciones de apoyo en las cuatro caras más grandes.
- En centímetros, verifique y registre el tamaño de la muestra.
- Limpiar los componentes de los soportes y la carga, así como el área de contacto de la muestra.
- Coloque la muestra en la prensa de prueba y alinee la línea de dibujos con los componentes de apoyo y carga adecuados.

- Aplicar la carga a un ritmo que haga que la resistencia de la fibra extrema aumente continuamente hasta que el haz se rompa.
- Después, se determinará la carga máxima P.

La muestra se rompe en el tercer tercio de la sección de prueba, y la resistencia a flexión se calculará utilizando la fórmula:

$$Mr = PL/bh^2$$

Donde:

Mr: Es el módulo de ruptura ( $kg/cm^2$ )

P: Esfuerzo máximo de ruptura (kg)

L: Luz libre entre los apoyos (cm)

b: Es el ancho promedio de la viga en el área de falla (cm)

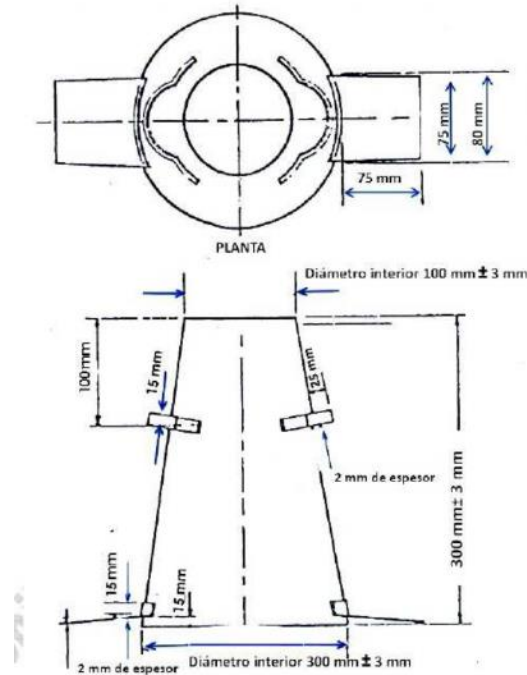
h: Es la altura promedio de la viga en el área de falla (cm)

#### **2.2.3.4. Ensayo de Asentamiento del Concreto**

El ensayo de asentamiento se realiza tomando de referencia la NTP 339.035/ASTM C143, para este ensayo se utiliza el cono de Abrams el cual se llena con 3 capas, chuseando con una varilla 25 veces por capa, seguidamente se retira e invierte el cono para medir el asentamiento que tuvo la muestra, por otra parte el concreto en estado fresco se define como poco trabajable (consistencia seca de 25 mm a 50 mm), trabajable (consistencia plástica de 75 mm a 100 mm) y muy trabajable (consistencia fluida de 150 mm a 175 mm).

## Figura 5

### *Dimensiones del molde para el ensayo de Asentamiento*



*Nota.* Tomado de Norma Técnica Peruana 339.035, (2012).

#### **2.2.4. Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos**

Los neumáticos al concluir con su vida útil son considerados como residuos masivos y son desechados. Al desechar estos neumáticos genera efectos medioambientales negativos, entre otros. Por otra parte, al ser reciclados permite valorizar los sub productos que se obtienen de estas, así como granos de caucho, fibras textiles y fibras de acero para diversos usos en la industria. Múltiples estudios nacionales e internacionales mencionan el uso de materiales reciclados del neumático como adición al concreto (Nazer et al. 2019).

Los neumáticos de los diversos vehículos están compuestos por caucho, fibras de poliéster y alambre de acero. Actualmente hay diversos mercados para la venta de cauchos de los neumáticos en desuso y se utilizan en combustible derivado. Las fibras de poliéster son las menos

recicladas, no obstante, es necesario se deben separar del acero y caucho para no contaminarlas. El acero en el neumático es lo más fácil de reciclar, además se puede fundir y reutilizar.

Castro (2008), menciona que los neumáticos además de caucho, están conformados por:

- **Rellenos reforzantes**, esto genera partículas minúsculas de carbono que incrementa la resistencia a tracción, torsión, desgaste y tenacidad.
- **Fibras reforzantes**, están creados a base de acero y textiles en forma de hilos, aportando resistencia a la llanta. Las proporciones de fibras en la llanta varía de acuerdo al fabricante.
- **Plastificantes**, se incorporan para así poder facilitar la elaboración de las mezclas, así controlar la viscosidad.
- **Agentes vulcanizantes**, el azufre se utiliza para entrecruzar las cadenas de polímero en el caucho.
- **Acelerantes**, compuestos órgano - sulfurados, benzotiazol y derivados, óxido de zinc y ácido esteárico.
- **Retardantes**, N-nitroso difenil amina.
- **Otros componentes**, (antioxidantes o antiozonizantes, adhesivos).

**Tabla 6**

*Composición y característica de los diferentes tipos de Neumáticos*

Componentes	Tipo vehículo		Función
	Automóviles % en peso	Camiones % en peso	
Cuchos	48	45	Estructural – deformación
Negro humo	22	22	Mejora oxidación
Óxido de zinc	1,2	2,1	Catalizador
Materia textil	5	0	Esqueleto estructural
Acero	15	25	Esqueleto estructural
Azufre	1	1	Vulcanización
Otros	12		Juventud

*Nota.* Tomado de Materiales y compuestos para la industria de los neumáticos-Guillermo castro.

**Figura 6**

*Fibras de Acero de Neumáticos Fuera de uso Utilizadas en el concreto.*



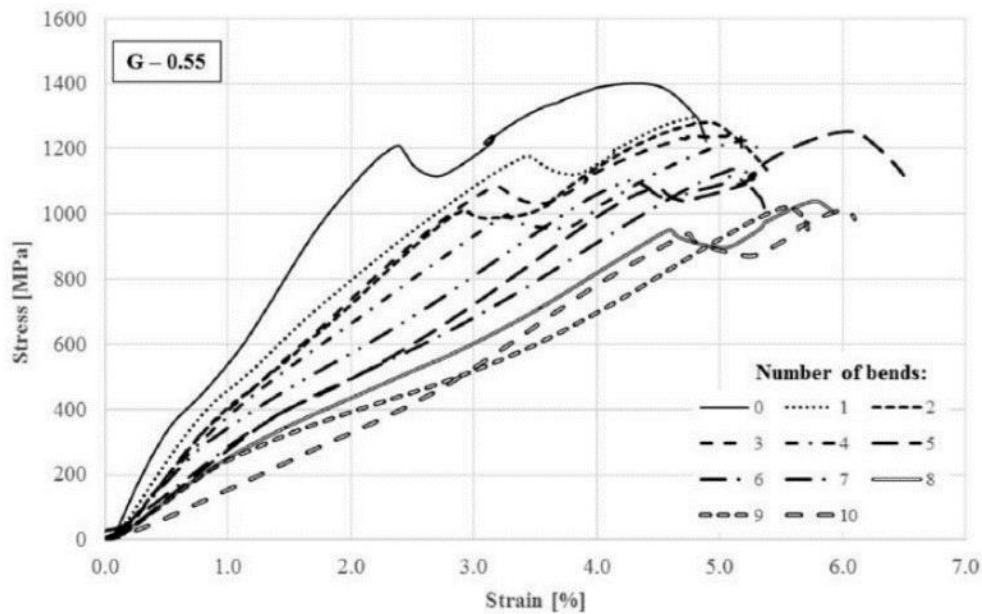
*Nota.* Tomado de Hormigón sustentable que está basado en fibras de neumáticos en desuso- Nazer, Honores, Chulak y Pavez.

### 2.2.4.1. Propiedades mecánicas de las fibras de acero.

Por lo general las fibras son hechas de acero, por tanto, sus propiedades mecánicas son las mismas, por otro lado, las propiedades de las fibras cambian de un lote a otro, con mayor razón, en el caso de fibras comerciales y fibras recicladas, en la gráfica se muestran las curvas de esfuerzo de deformación de las fibras de acero comerciales, dichos resultados fueron reportados por Domski (2017), de ello, se puede apreciar que en el caso de fibras que no han sido sometidos a doblados, el esfuerzo de fluencia alcanza un valor de 600 MPa, sin embargo, como se puede ver del mismo grafico este valor disminuye en función del número de dobleces al que se ven sometidos las fibras.

#### Figura 7

*Curva esfuerzo deformación de las fibras de acero recicladas*



*Nota.* Tomado de Comparación de las características mecánicas de las fibras de acero de ingeniería y de desecho utilizadas como hormigón armado ", Domski (2017).

De la figura anterior se observa las curvas de esfuerzo, así como la deformación de las fibras de acero reciclado, de este gráfico se puede ver que el esfuerzo de fluencia es de 400 MPa, para ambos casos, sin embargo, en el caso de la fibra de acero comercial y reciclada, el esfuerzo de fluencia último es de 1200 MPa.

### **2.2.5. *Microsílice***

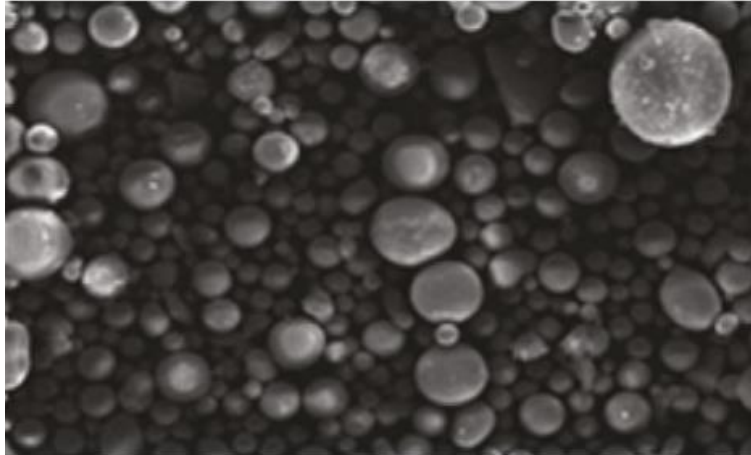
Son polvos finos que se obtienen por el proceso de decantación del humo de chimeneas de los hornos de la industria del ferrosilicón, y está compuesto de 95% a 90% de dióxido de sílice que tienen propiedades puzolánicas que permite la reacción con el hidróxido de calcio y así formando un gel que incrementa las características del hormigón, especialmente la resistencia a durabilidad y compresión. (Rivva, 2002)

La ASTM y el ACI optaron por distintos nombres para referirse al humo de silicio, los cuales son: microsíllice, microsíllica o silicafume estos provienen de la industria de aleaciones de ferrosilíceo. En términos simples, es el hollín adherido al filtro por el paso de los gases (EUCLID GROUP, 2016)



## Figura 8

*Microsilíce vista desde microscopio y en tamaño real*

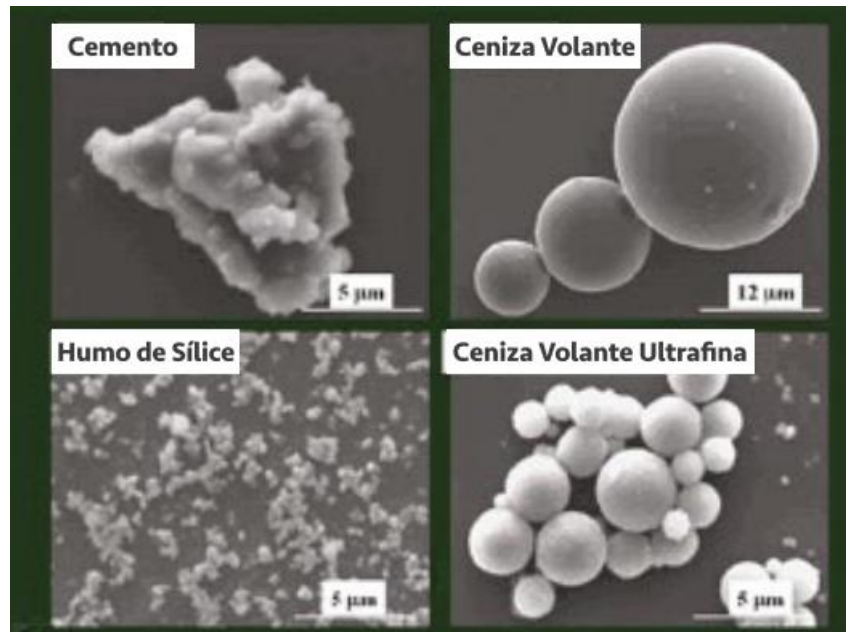


*Nota.* Tomado de Euclid Group Toxement (2016).

El microsilíce es 100 veces más pequeño que el grano del cemento en un rango de 0.14 $\mu$ m en promedio, es de forma redonda y amorfa combinándose químicamente ( $\text{SiO}_2$ ).

## Figura 9

*Comparación de tamaños de diferentes materiales puzolánicos con el cemento*



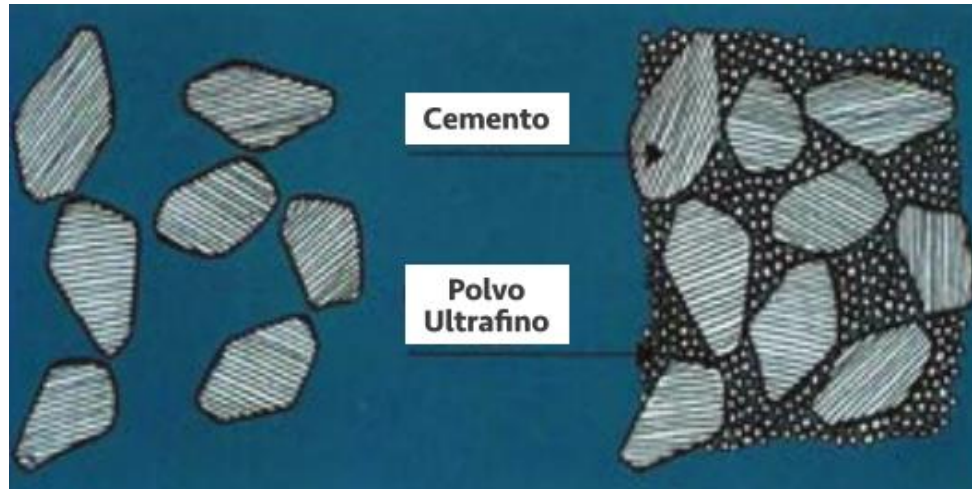
*Nota.* Tomado de Euclid Group Toxement (2016)

En el proceso de hidratación el cemento libera calor, estos son compuestos con materiales ricos en sílice a temperatura ambiental y condiciones de humedad, forman productos secundarios llamados cementantes que son estables física y químicamente por lo que mejora la resistencia del concreto; estos productos que se forman son resistentes a agentes químicos y no liberan calor de hidratación, por tanto, son más duraderos.

Por otro lado, el tamaño de las microsílices le permite ocupar los vacíos dejados por la pasta de cemento, así densificando la masa de concreto, y lo hace menos poroso, menos permeable, más resistente y con mayor durabilidad (EUCLID GROUP, 2016).

## Figura 10

*Esquema de la densificación de la Microsílice en el concreto*



*Nota.* Tomado de Euclid Group Toxement.

### 2.2.6. Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos son estructuras que están conformadas por capas superpuestas de material procesado en algún lugar natural, cuyo único propósito es distribuir las cargas aplicadas por los vehículos en la sub-rasante.

Una estructura de pavimento deberá proporcionar:

- Calidad de transpirabilidad aceptable.
- Resistencia contra la formación de surcos, y grietas.
- Nivel de reflexión de luz suficiente y mínimo nivel de ruido.

La finalidad de la estructura es transferir la carga de la llanta para que no exceda la capacidad de carga de la sub-rasante.

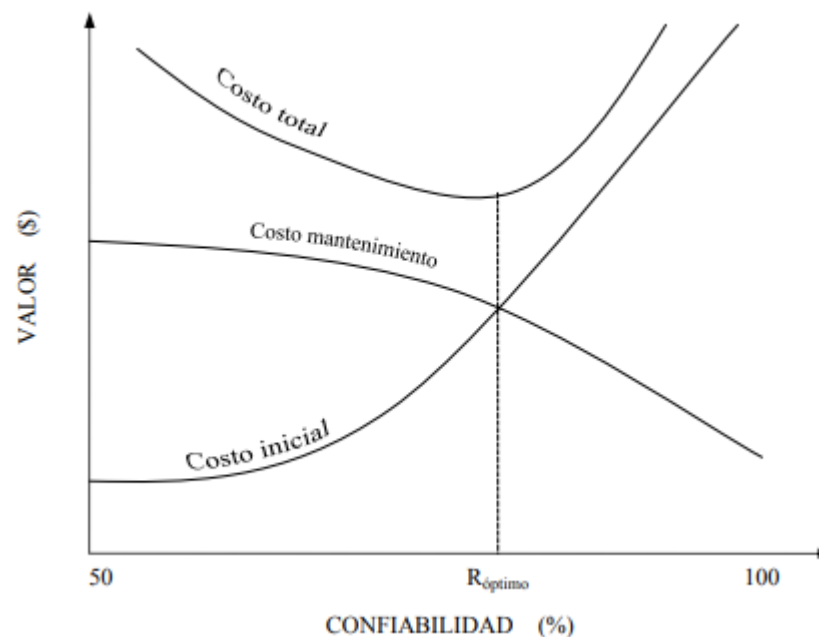
Está conformado por losas de hormigón hidráulico, que en ocasiones están armadas, inicialmente el costo es superior al flexible, y el periodo de vida va de 20 - 40 años.

### 2.2.6.1. Costo y espesor del pavimento rígido

Para este caso se deberá de determinar el nivel de confiabilidad más óptima que asegure un total reducido, dicho de otro modo, que haya un balance entre el costo inicial y el costo de mantenimiento. Si el espesor es sobredimensionado, el pavimento tendrá una buena serviciabilidad, con reducidos gastos de mantenimiento, pero con un elevado costo de inversión inicial. Por otro lado, sucederá todo lo opuesto si el espesor del pavimento es menor de lo adecuado.

**Figura 11**

*Nivel óptimo de confiabilidad*



*Nota.* Tomado de Guía de Método AASHTO 93 para diseñar pavimentos rígidos

### 2.2.6.2. Componentes del pavimento rígido.

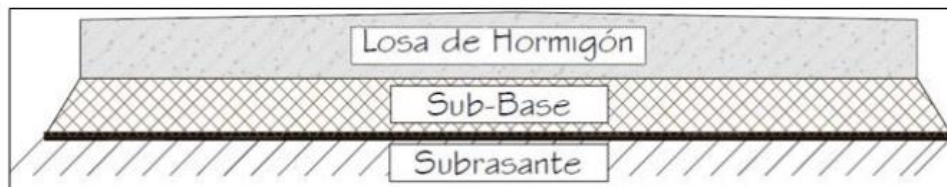
Guevara (2015) hace mención a los elementos que conforman el pavimento rígido y estas son:

- **Losa:** Esta es la parte superior de la calzada, donde la tensión se reparte según la rigidez de la losa, así logrando que las capas inferiores (base y sub base) sostengan menos tensión.

- **Base y Sub-base:** Estos estratos o capas soportan las tensiones generadas por sollicitaciones, pero las tensiones son menores debido a que hay una losa rígida.
- **Subrasante:** Es una capa conformada de suelo natural donde se asienta el pavimento. El que tiene es la de generar estabilidad al pavimento, los diseños de losa de pavimento comienzan con la sub rasante, puesto que en ocasiones necesitan tratar esta capa o reemplazar el material que hay en esta, ya que esta soporta toda la estructura de la losa.

**Figura 12**

*Sección típica de un pavimento rígido*



*Nota.* Tomado de Introducción a la ingeniería de Pavimentos, Sotil (2016)

### **2.2.6.3. Cargas en el pavimento rígido.**

- **Carga concentrada:** Cargas que son ejercidas sobre superficies pequeñas (como un escenario). La separación entre los pilares es el espacio del pasillo, la superficie de fricción y la posición de la carga con relación a la junta.
- **Cargas distribuidas:** Son asociadas a mercaderías apiladas en vehículos industriales. El diseño requiere de una máxima resistencia de carga o sollicitación, tamaño del área, ancho del pasillo y posición de la junta horizontal.
- **Cargas lineales:** Estas son cargas que están distribuidas en pequeñas áreas (como paredes).

#### **2.2.6.4. Esfuerzos en el pavimento rígido.**

“Los esfuerzos o cargas de toda índole que por teoría pueden presentarse al ser expuestas a temperaturas, reacciones en el procedimiento del fraguado y el comportamiento del refuerzo que lleva en sí” (Sánchez, 2014, p.115).

Factores que ocasionan estrés en el pavimento rígido:

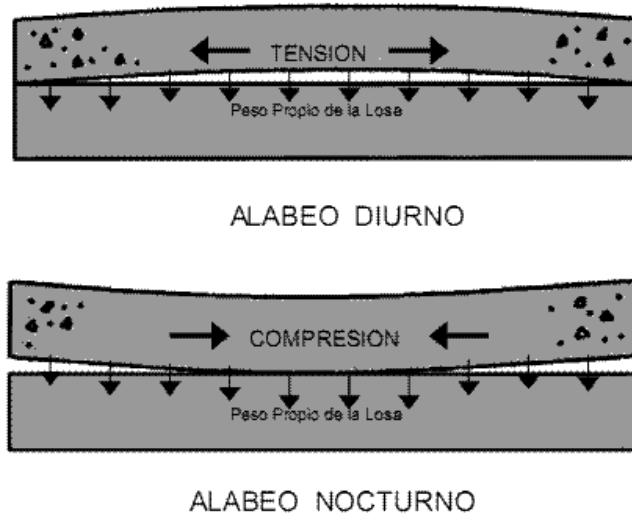
- Cambio en la temperatura.
- Cambio en la humedad.
- Transporte de cargamento.
- Otros (bombeo, cambios en el volumen de soporte).

##### ***2.2.6.4.1. Cambios de temperatura.***

Al cambiar la temperatura ambiental en el día, varía la temperatura de la losa de pavimento. Este cambio en la temperatura origina un gradiente térmico en la estructura de pavimento y esto a su vez genera deformaciones en la losa. El peso de la estructura y contacto con la superficie o base, restringen su movimiento y generan fuerza. Los esfuerzos se incrementan o disminuyen al pasar el día debido al tráfico vehicular que hay en esta.

### Figura 13

*Alabeo de losa de pavimentos rígidos.*



*Nota.* Tomado de SÁNCHEZ (2014) Esfuerzos en pavimento rígido

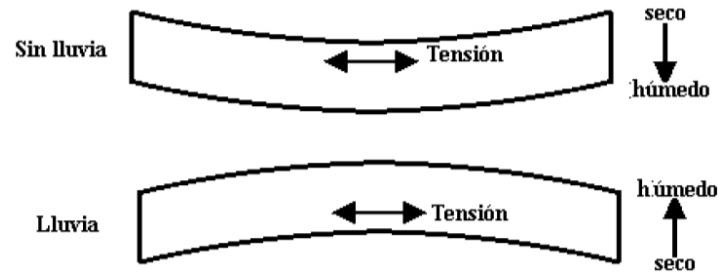
#### **2.2.6.4.2. Cambios por humedad.**

Este fenómeno de humedecimiento y secado del concreto es algo idéntico al fenómeno producido por el gradiente térmico.

La contracción que sufre por cambios en la humedad es inferior a la contracción que sufren por los gradientes térmicos y se tiene que considerar estas variaciones en las dimensiones. La gradiente por humedad puede causar alabeos en la superficie del concreto, esto a su vez afecta el comportamiento de las losas de la superficie.

## Figura 14

*Alabeo causado por cambios de humedad.*



*Nota.* Tomado de BECKER (2014) esfuerzos en pavimento rígido.

### **2.2.6.4.3. Cargas de tránsito.**

Los esfuerzos generados por las losas de pavimento rígido al someterse a sollicitaciones de tránsito vehicular son:

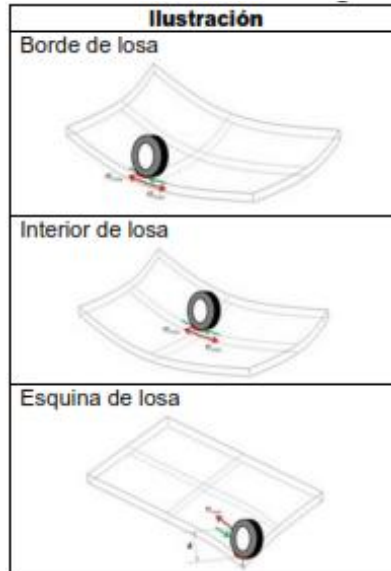
- La fricción que se genera por las llantas de los vehículos.
- Fuerza cortante y fuerza a compresión generado por la rueda.
- Tensión, presión generada por la flexión de la losa bajo las cargas de las ruedas.
- El esfuerzo generado por las cargas es la flexión.

Al estudiar los esfuerzos provocados por las ruedas de los neumáticos en las losas de pavimentos rígidos, el Dr. Westergard H.M, tuvo como resultado el punto más crítico de la ubicación de la carga. Véase (Fig. 15).



**Figura 15**

*Puntos críticos de la ubicación de las cargas de neumáticos*



*Nota.* Tomado de SÁNCHEZ (2014) esfuerzo en pavimentos rígido.

**2.2.7. Metodología de diseño AASHTO 93**

Para las construcciones de pavimentos rígidos el método AASHTO-93 hace mención que se da una alta serviciabilidad ya que con el tiempo las cargas vehiculares son repetitivas y la serviciabilidad cae. Asimismo, la metodología AASHTO-93 establece que la serviciabilidad debe mantenerse al final de su fase de diseño.

Es preciso conseguir un equilibrio que en ecuación AASHTO-93 con procesos interactivos y se asumirá el espesor de losa de pavimento. El espesor de losa calculado tendrá que soportar ciertas cantidades de cargas sin que la serviciabilidad caiga por debajo de lo estimado, la ecuación AASHTO 93 es la siguiente.

$$\log W_{82} = Z_R \cdot S_0 + 7.35 \log(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \cdot 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \text{Log} \left[ \frac{M_r \cdot C_d (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51xj \left[ 0.009D^{0.75} - \frac{7.38}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

$W_{8.2}$  = Número de ejes equivalentes 8.2 toneladas metricas.

$Z_R$  = Valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

$S_0$  = Desviación estándar de las variables.

$D$  = Espesor de losa de pavimento rígido.

$\Delta PSI$  = Diferencia de serviciabilidad inicial y final.

$P_t$  = Serviciabilidad final.

$M_r$  = Modulo de rotura del concreto en psi o Mpa

$C_d$  = Coeficiente de drenaje.

$J$  = Coeficiente de transmisión de carga.

$E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto (Mpa).

$K$  = Módulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)

La fórmula o ecuación AASHTO 93 se puede utilizar a través de un programa de cálculo o una hoja de cálculo, programas computarizados.

### **2.2.7.1. Parámetros de diseño del método AASHTO 93**

#### **2.2.7.1.1. Periodo de diseño**

El periodo de diseño es aquel tiempo que dura el pavimento rígido en su vida de utilidad, está en la capacidad de soporte al ESAL de diseño sin sufrir daños.

El manual de carreteras del MTC-2014 hace mención que los pavimentos rígidos deben tener un periodo de diseño de 20 años como mínimo.

### 2.2.7.1.2. El tránsito ESALs

Una característica innata de la metodología AASHTO 93 es simplificar el efecto de tránsito haciendo uso del concepto de ejes equivalentes. Dicho de otra manera, transforma las cargas que hay en los ejes de los vehículos en ejes simples de equivalencia 8.2 Ton, llamados ESALs y se definen 3 categorías.

- Caminos con poco tránsito 150001 EE-1000000 EE en su carril y periodo de diseño.
- Caminos con tránsito de 1000001 EE-30000000 EE en su carril y periodo de diseño.
- Caminos con tránsito superior a 30000000 EE-300000000 EE en su carril y periodo. No está incluida en el manual de MTC-2014.

**Tabla 7**

*Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2ton*

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

*Nota.* Tomado del manual de carreteras, MTC (2014)

### 2.2.7.1.3. *Serviciabilidad*

La metodología AASHTO 93 lo caracteriza con variables a los cuales se denomina servicio inicial “Pi” y servicio final “Pt”. La ecuación acepta el ingreso de la diferencia de estas variables en el cual se presenta con la denominación de “ $\Delta$  PSI”.

La serviciabilidad es definida como capacidad de servir al tránsito que circula, y se magnifican en escalas donde 0 es intransitable y 5 es óptimo, y este es un valor idóneo que no se da en la práctica. AASHTO-93 emplea un valor de 1.5 como un índice terminal de serviciabilidad.

**Tabla 8**

*Diferencia de serviciabilidad respecto a los ejes equivalentes*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

*Nota.* Tomado del manual de carreteras, MTC (2014)

### 2.2.7.1.4. Confiabilidad “R” y desviación estándar $S_o$

La confiabilidad fue introducida con la intención de cuantificar cuan variable son los materiales, construcciones y las supervisiones que hacen que pavimentos que son construidos de una misma forma se deterioren de forma diferente. Se puede denominar a la confiabilidad como un factor de seguridad, que consiste en aumentar en una proporción determinada el tránsito que se prevé en el periodo de diseño.

Respecto a la desviación estándar el manual de carreteras del MTC-2014 sugiere utilizar un  $S_o=0.35$ .

En la siguiente tabla se muestra la confiabilidad “R” para vías de bajo volumen de tránsito y también para vías importantes como **vías urbanas**.

**Tabla 9**

*Valores de la confiabilidad R y desviación estándar normal  $Z_r$  según el tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_r$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%	-1.645

*Nota.* Tomado del manual de carreteras, MTC (2014)

### 2.2.7.1.5. Módulo de reacción de la subrasante “K”

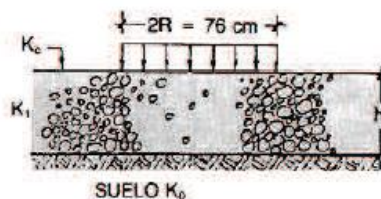
Es un parámetro que da a conocer las características de la subrasante, esto tiene una mejora en el nivel de soporte de la subrasante al tratar las capas intermedias y por ende mejora las condiciones de reposo del concreto, esto puede reducir el espesor de losa de pavimento. Esta mejora se da con el módulo de reacción combinado”  $K_c$ ”.

Los suelos con  $CBR \geq 6\%$  son considerados aptos para la subrasante y con menores a este CBR son considerados pobres o inadecuados, para este tipo de suelos que no son aptos se tienen diversos tipos de solución como la estabilización con químicos, geosintéticos, reemplazo de suelo u otros que estén aprobados por el MTC.

El valor de “K” se expresa en Mpa/m. La prueba de placa de carga es un tanto costosa y demanda tiempo, por ello, se estima regularmente el valor de K por otros métodos, cuando la base granular o sub base es de mejor calidad que la subrasante, aumenta el coeficiente de reacción de diseño y se aplica la siguiente ecuación mostrada en la figura.

**Figura 16**

*Relación de CBR y R*



$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| $K_1$ ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ) | : Coeficiente de reacción de la sub base granular |
| $K_c$ ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ) | : Coeficiente de reacción combinado               |
| $K_0$ ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ) | : Coeficiente de reacción de la subrasante        |
| $h$                               | : Espesor de la subbase granular                  |

Nota. Tomado de manual de carreteras, MTC, 2014.

**Tabla 10**

*Recomendación para el CBR mínimo a utilizar en subbase granular de pavimentos rígidos según la intensidad de tráfico expresado en EE*

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

Nota. Tomado del manual de carreteras, MTC (2014).

**2.2.7.1.6. Módulo de rotura del concreto “Mr”**

Los pavimentos rígidos trabajan a flexión, por ello se introduce esta variable o parámetro al método AASHTO-93. La resistencia a flexión está dado por la normativa peruana NTP 339.078/ASTM C 78. Este ensayo del concreto se realiza en vigas, cuyo tiempo de curado es de 28 días, las cargas aplicadas a la viga son en los tercios y forzando la falla en el tercio central de esta.

**Tabla 11**

*Recomendación de valores de resistencia según el tráfico*

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

Nota. Tomado del manual de carreteras, MTC (2014).

La resistencia a compresión “F’c” tiene una correlación con la resistencia a flexión del concreto “Mr”.

$$Mr = a\sqrt{f'c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

Donde “a” está en rangos de 1.99-3.18.

#### **2.2.7.1.7. Módulo de elasticidad del concreto “E”**

Es un parámetro de suma importancia para dimensionar estructuras de concreto, asimismo el módulo de elasticidad puede calcularse a partir de la resistencia a compresión, haciendo uso de fórmulas establecidas.

Para el caso de los concretos de alto rendimiento con resistencia a compresión mayor a 40Mpa, la aplicación de las ecuaciones para el cálculo de la elasticidad podría ser errónea, ya que existen parámetros que no fueron contemplados y esto hace que sean objetos de estudio continuo.

El ACI recomienda la siguiente correlación para el cálculo de la elasticidad del concreto.

$$E_c = 57 \times 1000 (f'c)^{0.5} \text{ (psi)}$$

#### **2.2.7.1.8. Coeficiente de drenaje “Cd”**

El agua presente en las estructuras de pavimento rígido genera los siguientes problemas:

- Desgaste de material de la calzada por humedad
- Incremento de la fisuración y deformación por colapso estructural

El método AASHTO-93 añade el coeficiente de drenaje “Cd” para el cálculo del espesor de losa.

Este parámetro presenta la probabilidad que la estructura bajo la losa se mantenga sin agua o sin humedad por un determinado tiempo.



El parámetro de drenaje esta entre los rangos de 0.7-1.25 según ciertas condiciones, un Cd elevado es sinónimo de buen drenaje y es favorable para la estructura, con ello se reduce el espesor de losa a calcular.

Los pasos para calcular el coeficiente de drenaje Cd son los siguientes:

**Paso 1.** Se deberá determinar la calidad del material como un drenaje en función de la granulometría, características de ser permeable

**Tabla 12**

*Condiciones de drenaje*

Calidad de Drenaje	50% de saturacion en:	85% de saturacion en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

*Nota.* Tomado de manual de carreteras, MTC (2014)

**Paso 2.** Una vez determinado la calidad del material y calidad de drenaje, se procede a calcular el Cd haciendo una correlación con su grado de exposición de la estructura a niveles próximos a la saturación, para ello se hace uso de la tabla 13.

**Tabla 13**

*Coefficientes de drenaje de las capas granulares Cd*

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

*Nota.* Tomado de manual de carreteras, MTC, 2014

### 2.2.7.1.9. Coeficiente de transmisión de carga “J”

Este parámetro es utilizado en el diseño de pavimento rígido, esta expresa a la estructura como transmisora de cargas entre juntas o grietas.

Los valores de este parámetro dependen mucho del tipo de pavimento, la existencia de tipo bermas y la existencia de dispositivos para transmitir cargas. Este parámetro de transmisión “J” es de proporcionalidad directa al espesor de losa de pavimento.

**Tabla 14**

*Coeficiente de transmisión de carga "J" en función al tipo de pavimento*

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

*Nota.* Tomado del manual de carreteras, MTC (2014)

## Capítulo III

### Metodología

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

##### 3.1.1. Enfoque de la investigación

La presente tesis realizada tiene un enfoque cuantitativo.

El enfoque cuantitativo presenta un grupo de procedimientos, es de forma secuencial y probatoria, cada una de las etapas va preceder a la siguiente y no puede omitirse pasos. El orden es estricto, pero se puede reformular alguna de las fases, esta parte de una idea se acota, delimita y se generan objetivos, posteriormente preguntas de investigación, se revisa la teoría y se compone un marco. Se generan hipótesis y variables de las preguntas y se procede a probarlas, se analizan

resultados obtenidos utilizando métodos estadísticos y se plantea conclusiones (Hernández y Fernández, 2014).

### **3.1.2. Tipo de investigación**

La presente tesis realizada es de tipo aplicada.

Las características de investigaciones de tipo aplicada se diferencian por tener propósitos prácticos e inmediatos y definidos, es decir, la finalidad de investigarla es para actuar, transformar, modificar y producir diversos cambios en un determinado sector de la realidad (Carrasco, 2006).

### **3.1.3. Alcance**

La presente tesis realizada tiene un alcance Explicativo.

Este tipo de investigaciones tiene la finalidad de dar respuesta por las causas de sucesos y fenómenos físicos. Principalmente se enfoca dar explicaciones del porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta, o por qué motivo se relacionan dos o más variables, dicho de una manera más resumida procuran fijar la causa de sucesos o del fenómeno que se estudia (Hernández, et al., 2014).

En esta investigación se pretende demostrar los efectos que tienen las fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en el concreto, para ello se realizaran ensayos a compresión, tracción y flexión. Finalmente, para fines prácticos se calculará el espesor de losa del pavimento mediante la metodología AASTHO 93, donde usaremos los datos de los ensayos y los parámetros de diseño tomados de un Expediente Técnico aprobado, para así comparar costos entre una losa tradicional y una losa reforzada con estos aditivos.

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

La presente investigación es experimental de tipo cuasi experimental.

La investigación experimental es aquella en la que se manipulan de forma intencionada una o más variables independientes (causas), para poder analizar las consecuencias sobre las variables dependientes (efecto). Pero a diferencia de esta, la investigación de tipo cuasi experimental no asigna de forma aleatoria a los que forman parte de un grupo de control o del experimento, ni son emparejados, los grupos ya están formados previo al experimento (Carrasco, 2006)

En esta investigación manipularemos la proporción de fibra de acero reciclado de neumáticos y microsíllice, para así verificar los cambios que generan estas en las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional.

**Figura 17**

*Diseño con posprueba y grupos intactos*

<b>Gc</b>	---	<b>Oc</b>	Donde:
<b>G1</b>	X1	<b>O1</b>	Gc : Grupo control
<b>G2</b>	X2	<b>O2</b>	Oc : Grupo control posprueba
<b>G3</b>	X3	<b>O3</b>	G1 : Grupo uno
<b>G4</b>	X4	<b>O4</b>	O1 : Grupo uno posprueba
<b>G5</b>	X5	<b>O5</b>	X : Estimulo, tratamiento
<b>G6</b>	X6	<b>O6</b>	
<b>G7</b>	X7	<b>O7</b>	
<b>G8</b>	X8	<b>O8</b>	
<b>G9</b>	X9	<b>O9</b>	

En la presente investigación el grupo de control es el concreto patrón MDE y el resto de grupos son del MD1 al MD9, el estímulo o tratamiento son las diversas proporciones de fibra de acero reciclado de neumáticos y Microsíllice que se les incorporan a estos grupos.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

“Es el conjunto de todos los elementos (unidades analizadas) que pertenecen a un ámbito espacial donde se desarrolló el trabajo de investigación” (Carrasco, 2006).

La población de la presente tesis fue el hormigón patrón o tradicional de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (sin añadir fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce) y el hormigón tradicional de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce (con diferentes proporciones de estas).

#### **3.3.2. Muestra**

Es una parte o fragmento representante de la población, sus características principales son ser objetiva y reflejo de la población, de manera que los resultados que se obtengan en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que están conformadas por la población (Carrasco, 2006).

En la presente tesis, las muestras estuvieron constituidas por 14 probetas cilíndricas de un hormigón tradicional  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , 126 probetas de forma cilíndricas de un hormigón con incorporación de fibras de acero y microsílíce (con diferentes dosis de estas), así como también 7 vigas prismáticas de un hormigón tradicional  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y 63 vigas prismáticas de un hormigón con las incorporaciones de fibras de acero (con diferentes dosis de fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílíce).

#### **3.3.3. Muestreo**

El tipo de muestreo es no probabilístico intencional.

En este tipo de muestreo no todos los elementos que conforman la población tienden a ser seleccionados para conformar parte de la muestra, por este motivo no son muy representativos. El

muestreo intencional es aquel en la que el investigador selecciona según su propio criterio, las muestras más representativas y sin reglas estadísticas, por ello, debe conocer las características de la población de estudio (Carrasco, 2006).

Se utilizaron métodos de selección no aleatorios en el proceso de muestreo, lo que indicó que las muestras son representativas de toda la población, para decirlo de otra manera, comparten características con el público objetivo. El uso de una muestra representativa tiene la desventaja de no poder cuantificarse debido a la naturaleza subjetiva de la "representación".

En la tabla 15 se observa el número de probetas a emplearse en los diversos ensayos (resistencia a compresión, tracción y flexión), asimismo se denominó con abreviatura a la muestra de diseño de concreto estándar (MDE), las fibras de acero reciclado (FAR) y el Microsílice (MS).

**Tabla 15**

*Cuantía muestral de probetas cilíndricas y prismáticas para los ensayos de diseño  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>*

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	Resistencia a compresión			Resistencia a tracción			Resistencia a Flexión (M'r)			Sub total de muestras
		Probetas cilíndricas			Probetas cilíndricas			Vigas prismáticas			
		Días de curado en agua			Días de curado en agua			Días de curado en agua			
		7	14	28	7	14	28	7	14	28	
MDE	0%FAR+0%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD1	6%FAR+5%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD2	9%FAR+5%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD3	12%FAR+5%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD4	6%FAR+7.5%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD5	9%FAR+7.5%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD6	12%FAR+7.5%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD7	6%FAR+10%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD8	9%FAR+10%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
MD9	12%FAR+10%MS	2	2	3	2	2	3	2	2	3	21
<b>TOTAL, DE MUESTRAS</b>											<b>210</b>

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

Se usa como técnica de recolección de datos el análisis documental, con el fin de buscar información que tenga relación con el tema a tratar en la investigación, como las revistas, libros especializados, artículos científicos y tesis, también se utilizó la técnica de observación sistemática, puesto que ayuda a recabar información necesaria para medir los indicadores de la variable dependiente (propiedades físico-mecánicas del concreto).

Para ensayar la resistencia a compresión axial, tracción y el módulo de rotura se emplearon como instrumentos de recolección de resultados las fichas técnicas de laboratorio. Según Hernández y Mendoza (2018) quienes señalan que son un recurso del investigador para recoger y almacenar la información relevante sobre las variables.

**Tabla 16**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Usos</b>
Análisis documental	Resumen Fichas textuales	Para poder recopilar información relacionada con el tema a investigar
Observación directa sistemática	Ficha técnica de laboratorio de ensayo a la resistencia a compresión, tracción y módulo de rotura del laboratorio INGEOTECON E.I.R. L	Para obtener los resultados de la resistencia a la compresión, tracción, módulo de rotura y consistencia del concreto a estudiar.

Las principales técnicas usadas en este estudio son análisis de documentos, ensayo de testigos cilíndricos y vigas prismáticas con y sin incorporaciones de fibras de acero reciclado de neumáticos y microfílice.

### 3.4.1. Procedimientos

En la presente investigación se realizaron 7 etapas, las cuales describimos a continuación:

#### **Etapas 1**

Esta etapa consta en la ubicación de la zona de recolección de neumáticos en desuso y la zona en la que se realiza la presente investigación, la cual es la Av. Javier Pérez de Cuellar, esta avenida pertenece al departamento de Ayacucho, Provincia de Huamanga y distrito de Ayacucho.

#### **Figura 18**

*Micro localización de la Av. Javier Pérez de Cuellar*



Está ubicado a 2761.00 m.s.n.m por el este 583634.58 m; por el norte 8546848.98 m y con límites.

Norte : Asociación San Juan de Mollepata

Sur : Asociación Los Licenciados



Este : Asociación 9 de mayo

Oeste : AA. HH Señor del Huerto.

### Figura 19

*Micro localización de la zona de recolección de neumáticos en desuso en la ruta AYACUCHO-VRAEM*



## **Etapa 2**

En esta etapa se inicia con la toma de las referencias bibliográficas, información sobre fibras de acero, microsílíce, características físicas de las fibras de acero, agregado fino, agregado grueso y entre otras teorías que se van a utilizar en la investigación.

## **Etapa 3**

En esta etapa se inicia con el almacenamiento de neumáticos en desuso ubicados, los cuales, se encontraron en la ruta Ayacucho-VRAEM, para luego extraer las fibras de acero que hay en su interior, una vez extraída las fibras de acero se procede a cortarlas en longitudes de 60mm con una amoladora.

El microsílíce se compró de una tienda de aditivos Chema, cuyo, costo es de S/.320.00 por saco de 25 kg.

## **Figura 20**

*Recolección de neumáticos en desuso en la ruta Ayacucho- VRAEM*



## Figura 21

*Extracción de fibras de acero de neumáticos*



## Etapa 4

En esta etapa se inicia con la elaboración de probetas cilíndricas y vigas prismáticas, para lo cual se utiliza cemento andino tipo I, microsílíce, fibras de acero reciclado, agregado fino y grueso de la cantera cachi Occoroy que ya tiene estudios y cumple con los estándares de calidad de agregado. El diseño de mezcla se hizo por el método del agregado global con el cual se determinaron las proporciones para cada muestra.

Los moldes para las probetas cilíndricas y vigas prismáticas fueron facilitados por la empresa INGEOTECON E.I.R.L, culminando con la elaboración de las 10 muestras en 1 semana, donde se determinó el asentamiento para cada muestra por el método del cono de Abrams.

**Figura 22**

*Cálculo del Asentamiento por el método del cono de Abrams*



**Figura 23**

*Llenado de probetas cilíndricas*



**Figura 24**

*Llenado de vigas prismáticas*



**Figura 25**

*Curado de probetas cilíndricas y vigas prismáticas*



## Etapa 5

En esta etapa se inicia con los ensayos de resistencia a compresión según la normativa NTP-339.034/ASTM C39, resistencia a tracción según la norma NTP 339.084/ASTM C 496 y la resistencia a flexión según la norma NTP 339.078/ASTM C 78, que se llevaron a cabo en las instalaciones de la E.I.R.L INGEOTECON, estos ensayos se realizaron, primeramente, a las muestras con 7 días de curado, luego a las con 14 días de curado y las muestras con 28 días de curado. Finalmente se usa uno de los datos obtenidos de los ensayos para calcular el espesor de losa de pavimento rígido mediante la metodología AASHTO-93, para luego hacer un análisis de costo entre una losa de pavimento rígido común y una losa de pavimento rígido reforzado con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce.

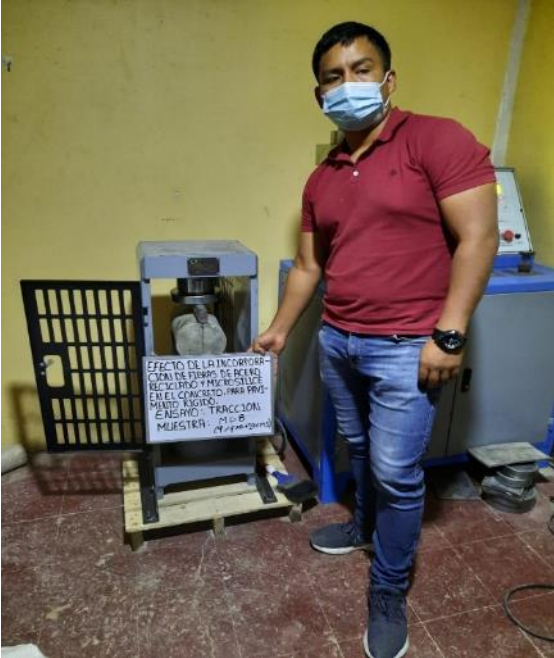
### Figura 26

*Ensayo de resistencia a compresión axial*



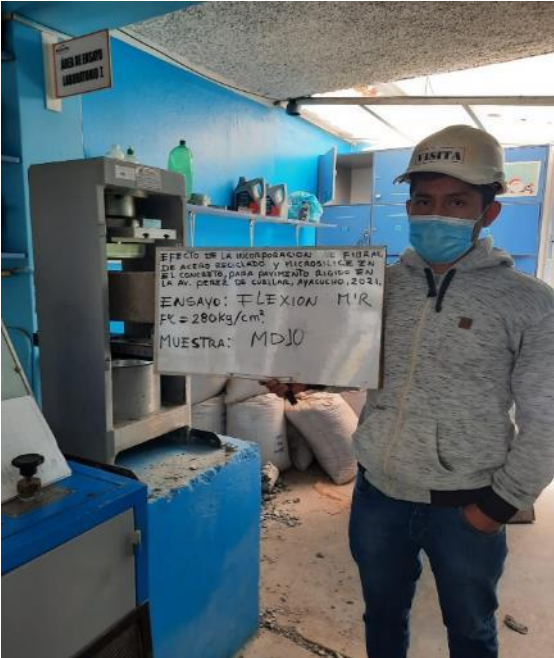
**Figura 27**

*Ensayo de resistencia a tracción*



**Figura 28**

*Ensayo de resistencia a flexión*



### **3.5. Técnicas de análisis de datos**

Para procesar y analizar los datos se utilizan equipos de laboratorio, programas de ingeniería, estadística inferencial para la constatación de las hipótesis planteadas, hoja de cálculo Excel, teniendo en cuenta las variables cuantitativas y cualitativas de los datos obtenidos.

## **Capítulo IV**

### **Resultados y Discusión**

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

Para diseñar el concreto u hormigón, hay que realizar un diseño de mezcla patrón  $F'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> siguiendo la metodología del agregado global, después de analizar todas las propiedades físicas del material. Posteriormente se utiliza el mismo diseño de mezcla con la incorporación de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce con respecto al peso del cemento

##### ***4.1.1. Diseño de Mezcla para una Resistencia $F'c=280$ kg/cm<sup>2</sup>, para un hormigón hidráulico***

Haciendo uso de las características de agregado fino y grueso, y tablas requeridas se realizó el diseño de mezcla y sus respectivas correcciones los cuales fueron apoyados en una hoja de cálculo Excel.



**Tabla 17**

*Características de los agregados y relación agua cemento para el diseño de mezclas*

DATOS DE LOS AGREGADOS							
CARACTERÍSTICA		AGREGADO GRUESO			AGREGADO FINO		
CANTERA		CACHI - OCCOROY			CACHI - OCCOROY		
MATERIAL		PIEDRA CHANCADA			ARENA ZARANDEADA		
PERFIL		SUB ANGULOSO			ZARANDEADO		
PUS (kg/m <sup>3</sup> )			1397			1695	
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )			1539			1858	
PESO ESPECIFICO			2.68			2.70	
ABSORCIÓN (%)			1.01			2.86	
HUMEDAD (%)			0.35			3.44	
MODULO DE FINEZA			7.35			2.89	
TAMAÑO MÁXIMO			1 "			--	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4 "			--	
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )			1402			1754	
DATOS DEL CEMENTO							
MARCA		ANDINO					
TIPO		PORTLAND TIPO I					
PESO ESPECIFICO		3.12					
RESISTENCIA PROMEDIO f <sub>cr</sub>							
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =		280			f <sub>cr</sub> =	364	kg/cm <sup>2</sup>
ASENTAMIENTO							
MEZCLA SECA		0"-2"					
MEZCLA PLÁSTICA		3"-4"	ASENTAMIENTO		3"-4"	MEZCLA PLÁSTICA	
MEZCLA FLUIDA		6"-7"					
CONTENIDO DE AIRE							
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4 "			CONTENIDO DE AIRE :	2.0	%
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA							
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4 "					
ASENTAMIENTO		3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =		205		lt/m <sup>3</sup>
ADITIVO							
ADITIVO 01 : ADITIVO 1				MARCA : --			
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :		0.000			
ADITIVO 02 : ADITIVO 2				MARCA : --			
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :		0.000			
RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. ADITIVO 1 (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m <sup>3</sup> )
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	-	-

Para el diseño de mezclas se toma los datos de los análisis granulométricos realizados a la cantera Cachi-Occoroy, ya que en nuestra región es la más utilizada y confiable, seguidamente se determina el tipo de cemento a usar, en este caso se utiliza el cemento portland tipo I porque es de uso general.

**Tabla 18**

*Selección del agregado global y dosificaciones en peso y volumen*

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.634	0.351	0.283	0.342	0.292	0.336	0.298
VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO=						0.611	
MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO						2.89	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO						3/4 "	
MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m				METODO DEL ACI			
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	44.6	55.4
METODO DEL AGREGADO GLOBAL							
% del A.G. =		53.0 %					
% del A.F. =		47.0 %					
RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	803.8	899.6	205.0	-	-	2348.2
DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.83	2.04	19.8	-	-
RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	831.4	902.7	206.3	-	-	2380.3
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
280	10.35	0.47	0.64	205.0	206.3	-	-
DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.2	19.9	-	-

Al tener el diseño de mezcla patrón para un concreto de resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, se realiza un nuevo diseño mezcla incorporando las fibras de acero y microsíllice en diferentes proporciones, esto disminuye en una mínima proporción la cantidad de agregado grueso y agregado fino de la mezcla ya que el diseño de mezcla se realiza para 1m<sup>3</sup> de concreto.

#### ***4.1.2. Dosificación de las fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsíllice utilizados en la mezcla del hormigón hidráulico***

Se realizó experimentos para comparar el rendimiento del hormigón estándar (sin incorporación fibras de acero reciclado de llantas y microsíllice) y un hormigón con refuerzo de fibras de acero reciclado de llantas (relación al peso del hormigón) y microsíllice (respecto al peso del cemento) en diversas proporciones respectivamente.

- Diseño Estándar (0% fibras de acero reciclado de llantas + 0 % Microsíllice)
- Diseño N° 01: (6% fibras de acero reciclado de llantas + 5 % Microsíllice)
- Diseño N° 02: (9% fibras de acero reciclado de llantas + 5 % Microsíllice)
- Diseño N° 03: (12% fibras de acero reciclado de llantas + 5 % Microsíllice)
- Diseño N° 04: (6% fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % Microsíllice)
- Diseño N° 05: (9% fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % Microsíllice)
- Diseño N° 06: (12% fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % Microsíllice)
- Diseño N° 07: (6% fibras de acero reciclado de llantas + 10 % Microsíllice)
- Diseño N° 08: (9% fibras de acero reciclado de llantas + 10 % Microsíllice)
- Diseño N° 09: (12% fibras de acero reciclado de llantas + 10 % Microsíllice)

La adquisición de las fibras de acero reciclado de llantas (FAR) es producto del siguiente proceso:

- Primero, se recolectaron llantas destinadas a ser quemadas o que se encontraron en los botaderos.
- Luego con ayuda de unos alicates y un cuchillo se procedió a retirar el acero de las llantas.
- Después de tener el total de acero necesario, se procedió con el corte del mismo con la ayuda de una amoladora para metal.
- Las fibras de acero obtenidas tienen un diámetro de 0.96mm y longitud de 60 mm.

Es importante saber que las fibras de acero reciclado que se obtuvo no han sufrido cambios en sus propiedades.

La microsílíce utilizada en esta investigación corresponde a la marca Chema, en su presentación Chema Fume, la cual se determinó un peso de 25kg.

#### ***4.1.3. Preparación de la mezcla***

En esta tesis, se realizan ensayos de comparación entre hormigón estándar (sin refuerzo de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce) y un concreto con refuerzo de fibras de acero reciclado de llantas y Microsílíce (en diferentes proporciones como reemplazo). Una cierta cantidad de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce se mezclan de forma directa en el trompo, junto a agregados finos y gruesos como si fueran aditivos y se agregó una velocidad gradual de mezclado para una distribución adecuada. Es importante que cuando se mezclen las fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce con los demás elementos del concreto se mezclen constantemente en el trompo, para prevenir que dichos elementos se reúnan en un solo lugar. El tiempo de mezclado que se recomienda es de nueve minutos.

#### **4.1.4. Fabricación de muestras**

Para entender el comportamiento y característica del concreto en el tiempo, se realizaron probetas de forma cilíndrica (D= 15 cm, H= 30 cm) y vigas (con sección 150 mm x 150 mm x 540 mm) para un concreto convencional (0% fibras de acero reciclado de neumáticos + 0 % Micro sílice) y un hormigón con refuerzo de fibras de acero reciclado de llantas y Microsílice (diferentes proporciones como reemplazo).

En esta tesis se nombraron a las muestras como:

- MDE (Diseño Estándar o tradicional): a las muestras con hormigón estándar (0% fibras de acero reciclado de llantas + 0 % Microsílice.
- MD1 (Diseño N° 01): a las muestras de concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de Microsílice.
- MD2 (Diseño N° 02): a las muestras de concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de Microsílice.
- MD3 (Diseño N° 03): a las muestras de concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de Microsílice.
- MD4 (Diseño N° 04): a las muestras de concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de Microsílice.
- MD5 (Diseño N° 05): a las muestras de concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de Microsílice.
- MD6 (Diseño N° 06): a las muestras de concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % Microsílice.
- MD7 (Diseño N° 07): a las muestras de concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10% de Microsílice.

- MD8 (Diseño N° 08): a las muestras de concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de Microsílice.
- MD9 (Diseño N° 09): a las muestras de concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de Microsílice.

La mezcla de hormigón se prepara colocando testigos cilíndricos y moldes prismáticos cerca de la mezcla del hormigón, al tiempo que se aseguran de estar en una base plana para colocar la mezcla de concreto en el molde, asimismo, a las muestras para cada diseño de combinación se procedió a realizar las pruebas de SLUMP, lo siguiente son los pasos que implica el uso de la muestra cilíndrica: El hormigón se vertió en un molde tres veces, se chuseo 25 veces cada vez en forma de espiral para evitar que el hormigón se segregará, antes de ser exprimido y golpeado con un martillo de goma. Este proceso se repetía para todas las tres capas antes de añadir un poco más de concreto y girarlo (consultar referencias ASTM C192). En el molde prismáticos, se llena la mezcla de hormigón con adición de FAR y MS hasta la mitad, se chusea 63 veces en forma de espiral o caracol y se procede a golpear 15 veces en los lados con el martillo de goma, este proceso se repite dos veces ya que el llenado de la viga se realiza en dos capas. Finalmente se incorpora un poco más de mezcla de concreto, quedando al ras y se espera el secado para su posterior codificación.

Un día después de la preparación, el molde se eliminó y se transportó cuidadosamente a la sala de curación durante siete, catorce y veintiocho días después de la preparación, cuando se probó.

#### ***4.1.5. Resultados de la Consistencia del Hormigón Hidráulico vs Hormigón Reforzado con Fibras de Acero reciclado de Neumáticos y Microsílice***

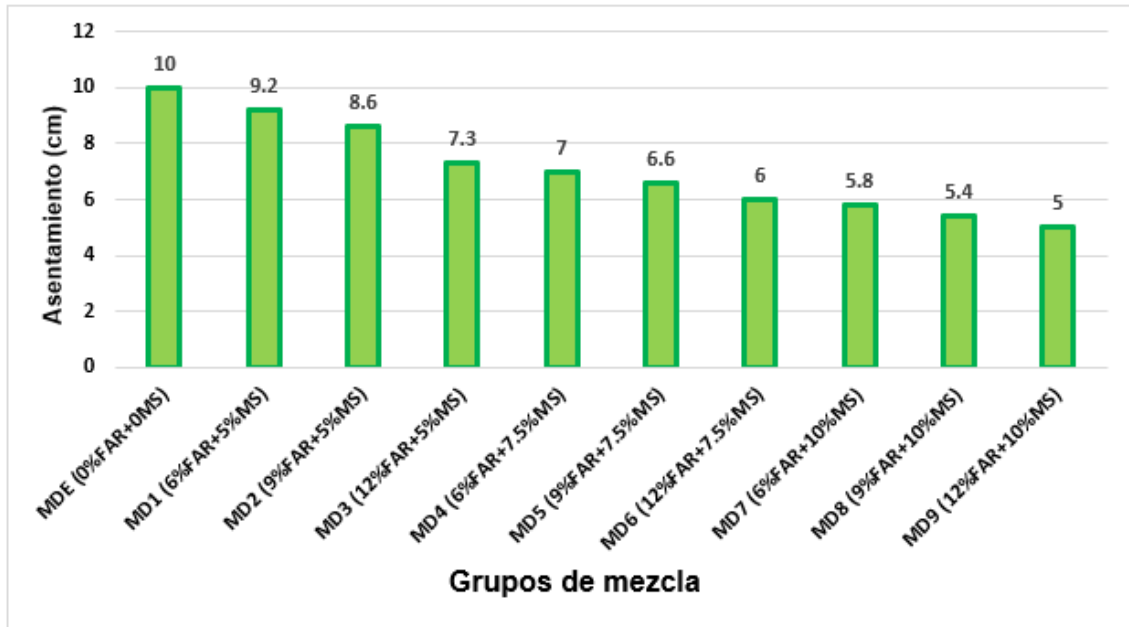
**Tabla 19**

*Consistencias de la muestra estándar vs la muestra reforzada con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsíllice*

<b>Muestra</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
MDE (0%FAR+0MS)	10
MD1 (6%FAR+5%MS)	9.2
MD2 (9%FAR+5%MS)	8.6
MD3 (12%FAR+5%MS)	7.3
MD4 (6%FAR+7.5%MS)	7
MD5 (9%FAR+7.5%MS)	6.6
MD6 (12%FAR+7.5%MS)	6
MD7 (6%FAR+10%MS)	5.8
MD8 (9%FAR+10%MS)	5.4
MD9 (12%FAR+10%MS)	5

**Figura 29**

*Consistencias correspondiente a los diseños de la muestra estándar y las muestras reforzadas con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce.*



El diseño de mezcla es de consistencia plástica que va de un asentamiento de 3''-4'', la muestra del concreto patrón MDE resulto con un asentamiento de 10cm (trabajable) que está dentro de estos rangos, por otra parte, el asentamiento más bajo que se obtuvo es de la muestra MD9 (12%FAR+10%MS) con 5 cm (poco trabajable). Se concluye que a medida que se aumenta en mayor cantidad las fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en la mezcla de concreto se reduce la trabajabilidad.

#### **4.1.6. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial**

A continuación, se presenta los resultados que se obtuvieron de las muestras analizadas a compresión axial del concreto patrón y del concreto con refuerzo de fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílíce en diferentes proporciones y a las edades 7, 14, 28 días.



**Tabla 20***Resistencia a compresión de la muestra – MDE*

<b>Muestra MDE</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	245,31	---	258,16	251,74
<b>14 días</b>	319,76	---	328,68	324,22
<b>28 días</b>	358,90	346,80	367,31	357,67

**Tabla 21***Resistencia a compresión de la muestra – MD1*

<b>Muestra MD1</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	289,15	---	300,08	294,62
<b>14 días</b>	333,04	---	362,11	347,58
<b>28 días</b>	389,33	400,71	410,68	400,24

**Tabla 22***Resistencia a compresión de la muestra – MD2*

<b>Muestra MD2</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	301,90	---	279,89	290,90
<b>14 días</b>	356,88	---	370,01	363,45
<b>28 días</b>	415,62	410,11	400,7	408,81

**Tabla 23***Resistencia a compresión de la muestra – MD3*

<b>Muestra MD3</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	305,18	---	301,33	303,26
<b>14 días</b>	360,99	---	369,86	365,43
<b>28 días</b>	430,75	399,01	411,29	413,68

**Tabla 24***Resistencia a compresión de la muestra – MD4*

<b>Muestra MD4</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	315,00	---	299,98	307,49
<b>14 días</b>	385,14	---	376,01	380,58
<b>28 días</b>	459,89	490,07	407,18	452,38

**Tabla 25***Resistencia a compresión de la muestra – MD5*

<b>Muestra MD5</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	318,67	---	312,71	315,69
<b>14 días</b>	397,18	---	381,55	389,37
<b>28 días</b>	460,86	440,73	481,29	460,96

**Tabla 26***Resistencia a compresión de la muestra – MD6*

<b>Muestra MD6</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	315,01	---	321,14	318,08
<b>14 días</b>	379,89	---	400,07	389,98
<b>28 días</b>	491,86	448,39	470,20	470,15

**Tabla 27***Resistencia a compresión de la muestra – MD7*

<b>Muestra MD7</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	325,66	---	320,18	322,92
<b>14 días</b>	464,67	---	495,12	479,90
<b>28 días</b>	579,18	568,86	614,23	587,42

**Tabla 28***Resistencia a compresión de la muestra – MD8*

<b>Muestra MD8</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	321,77	---	326,19	323,98
<b>14 días</b>	495,12	---	500,56	497,84
<b>28 días</b>	579,52	599,6	601,55	593,56

**Tabla 29***Resistencia a compresión de la muestra – MD9*

<b>Muestra MD9</b>	<b>Resistencia a Compresión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	335,23	---	318,66	326,95
<b>14 días</b>	512,92	---	543,38	528,15
<b>28 días</b>	598,19	612,87	620,11	610,39

**4.1.6.1. Resumen de Resultados de los Ensayos a Compresión.**

En la siguiente tabla se observa el resumen de los ensayos a compresión axial de las muestras estudiadas.

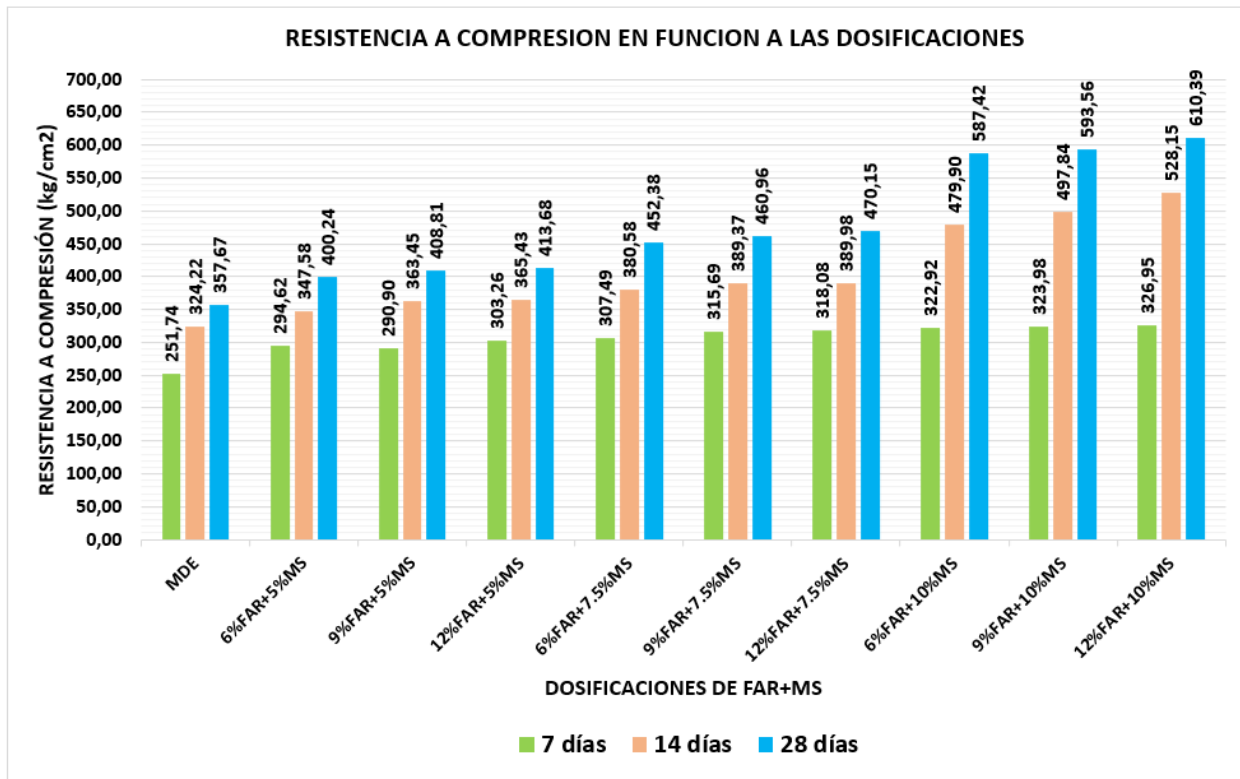
**Tabla 30***Resumen de resultados de los ensayos a compresión*

<b>MUESTRAS</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm2)</b>					
		<b>7 días</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>	<b>14 días</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>	<b>28 días</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>MDE</b>	<b>0%FAR+0%MS</b>	251,74	100,00	324,22	100,00	357,67	100,00
<b>MD1</b>	<b>6%FAR+5%MS</b>	294,62	117,03	347,58	107,20	400,24	111,90
<b>MD2</b>	<b>9%FAR+5%MS</b>	290,90	115,56	363,45	112,10	408,81	114,30
<b>MD3</b>	<b>12%FAR+5%MS</b>	303,26	120,47	365,43	112,71	413,68	115,66
<b>MD4</b>	<b>6%FAR+7.5%MS</b>	307,49	122,15	380,58	117,38	452,38	126,48
<b>MD5</b>	<b>9%FAR+7.5%MS</b>	315,69	125,41	389,37	120,09	460,96	128,88
<b>MD6</b>	<b>12%FAR+7.5%MS</b>	318,08	126,35	389,98	120,28	470,15	131,45
<b>MD7</b>	<b>6%FAR+10%MS</b>	322,92	128,28	479,90	148,02	587,42	164,24
<b>MD8</b>	<b>9%FAR+10%MS</b>	323,98	128,70	497,84	153,55	593,56	165,95
<b>MD9</b>	<b>12%FAR+10%MS</b>	326,95	129,88	528,15	162,90	610,39	170,66

Para observar la mejora alcanzada de las resistencias a compresión con el tiempo en todos los grupos de control, se muestran los resultados obtenidos sobre la resistencia a compresión en la siguiente figura a la edad de 7, 14 y 28 días.

**Figura 30**

*Cambios en la resistencia a la compresión de los grupos de prueba*

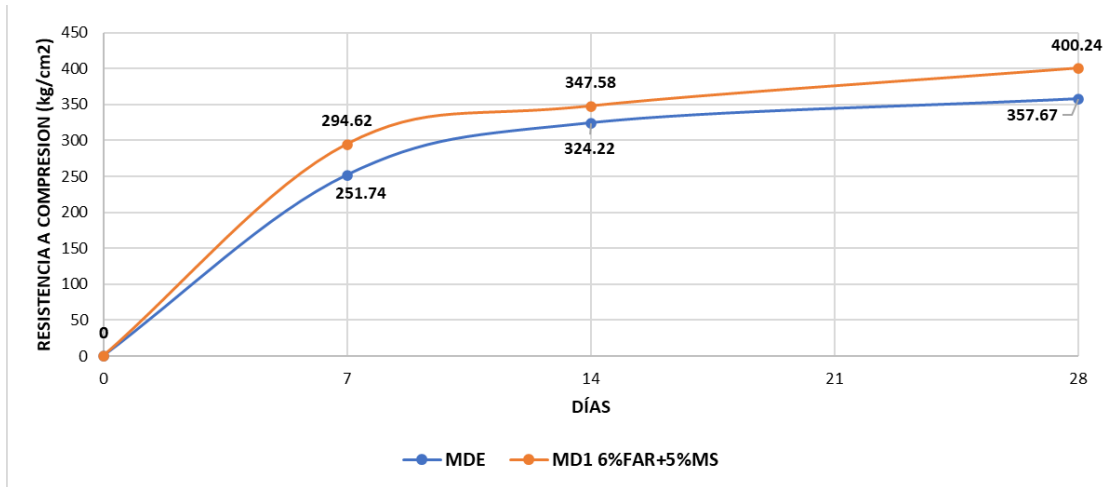


La evolución al incorporar acero reciclado de neumáticos y microsílíce en diferentes proporciones al concreto se observa en la figura, donde indica que la dosis de 12% FAR +10% MS aumenta de manera significativa la resistencia a compresión: a los 7 días es de  $326.95 \frac{Kg}{cm^2}$ , a los 14 días es de  $528.15 \frac{Kg}{cm^2}$  y a los 28 días es de  $610.39 \frac{Kg}{cm^2}$ , en comparación al diseño estándar: a los 7 días es de  $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ , a los 14 días es de  $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$  y a los 28 días es de  $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ .

#### 4.1.6.2. Análisis e Interpretación de Resultados de Ensayos a Compresión.

Figura 31

Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS)

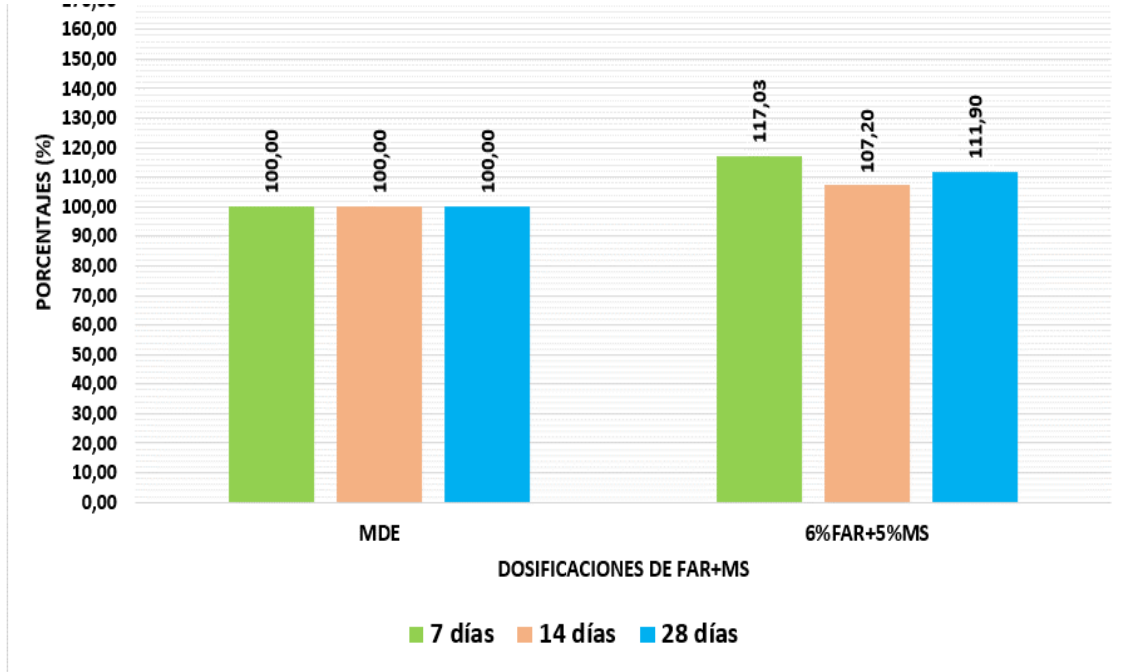


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del concreto con la adición de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $294.62 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 117.03 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 17,03% de la resistencia a compresión.

**Figura 32**

*Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MDI(6% FAR + 5% MS)*

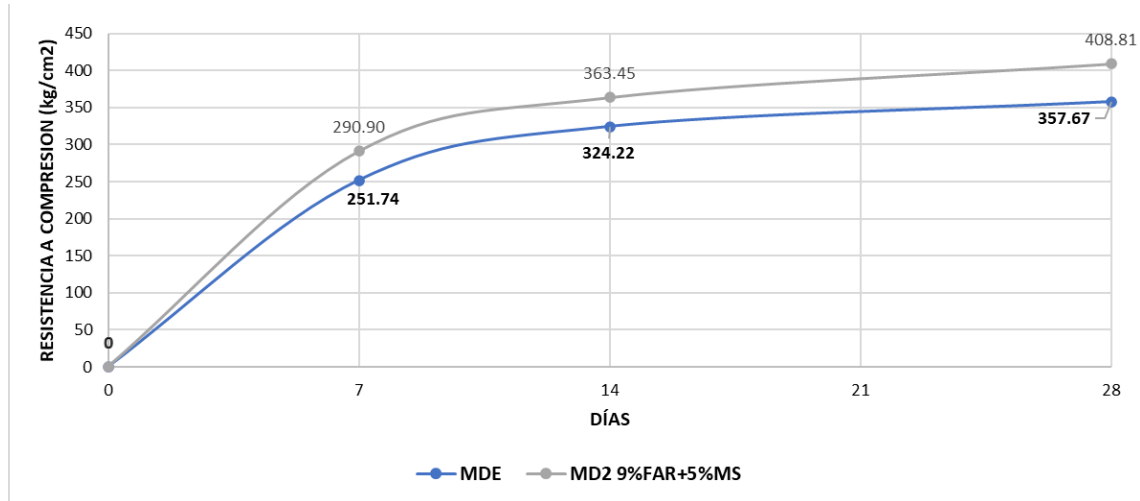


El F'c promedio del concreto al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $347.58 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 107.20 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumento un 7.20%.

El F'c promedio del concreto al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $400.24 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 111.90 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumentó un 11.90%.

**Figura 33**

*Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*

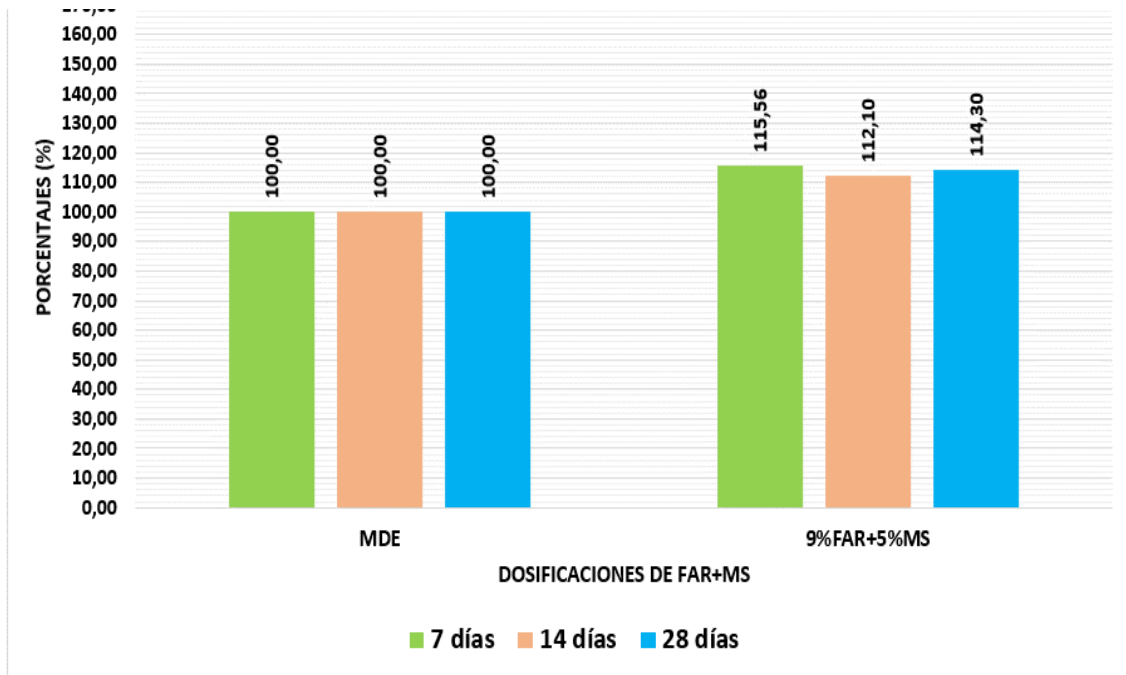


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del concreto al incorporar el 9 % de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $290.90 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 115.56 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 15.56% de la resistencia a compresión.

**Figura 34**

*Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*



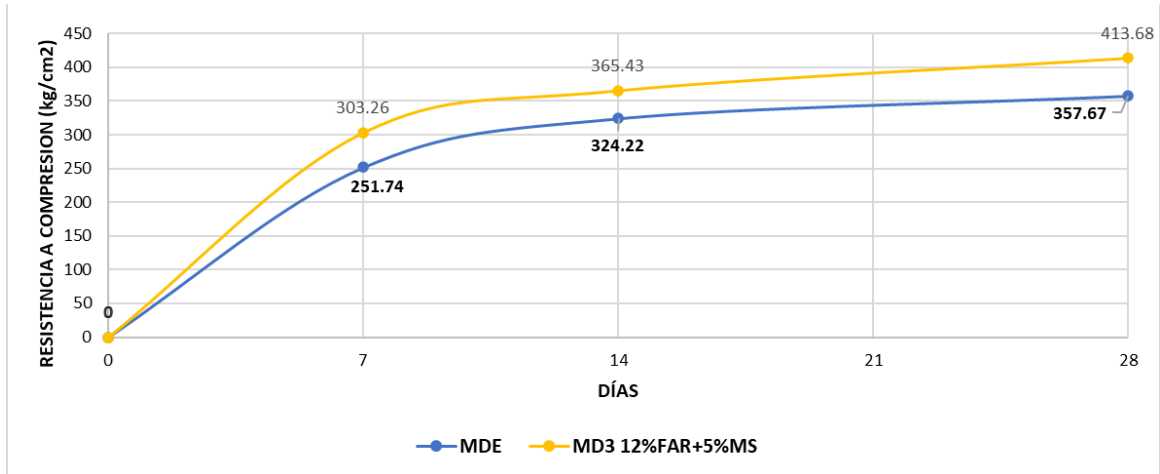
El  $F'c$  promedio del concreto al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $363.45 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 112.10% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumento un 12.10%.

El  $F'c$  promedio del concreto al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $408.81 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 114.30 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión incrementó un 14.30%.



**Figura 35**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)*

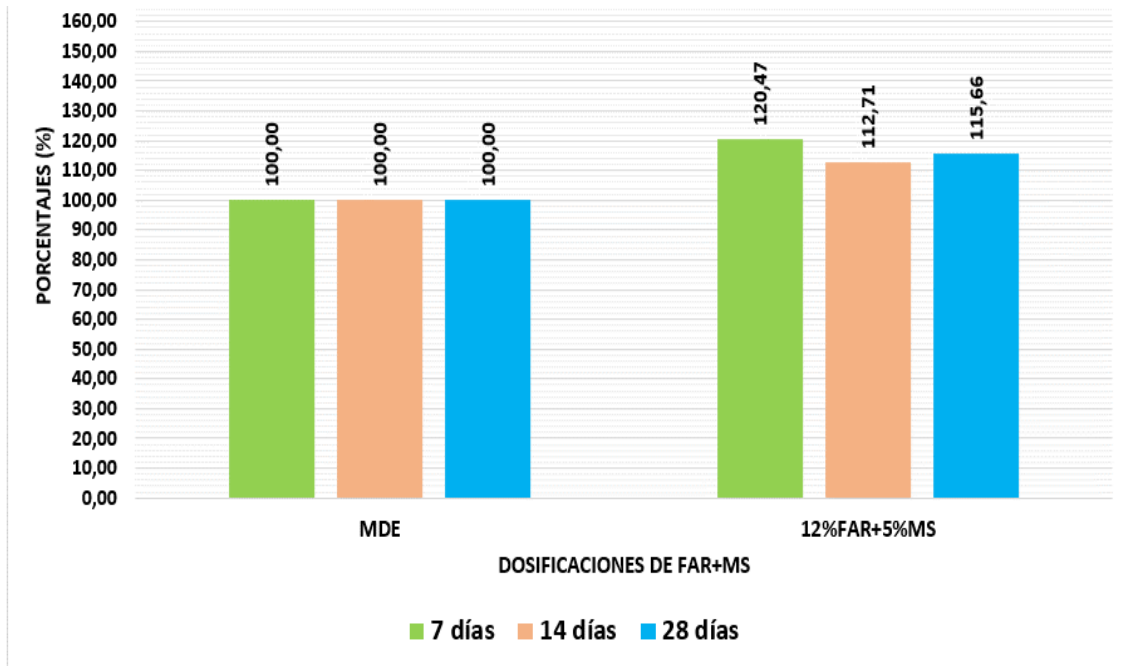


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del concreto al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $303.26 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 120.47 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 20.47% de la resistencia a compresión.

**Figura 36**

*Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*

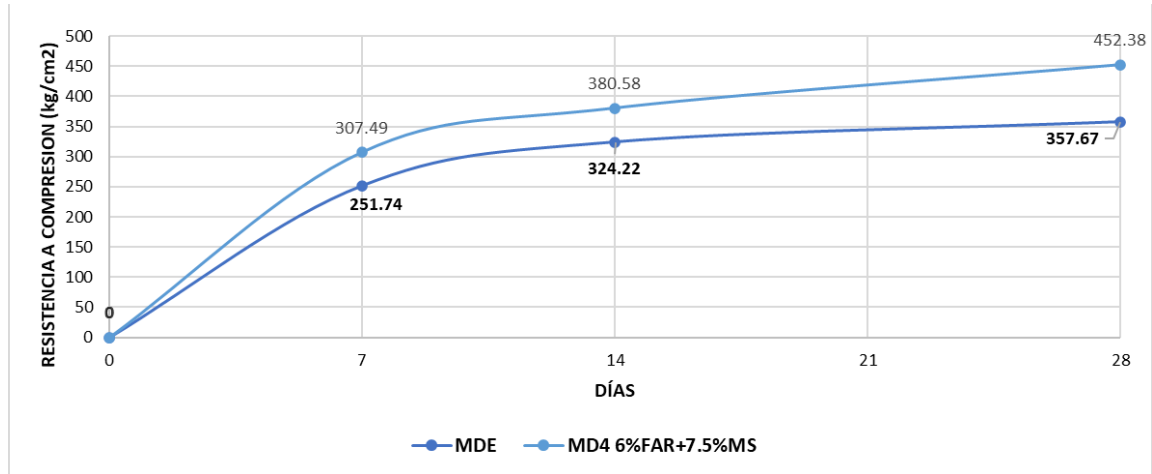


El F'c promedio del concreto al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $365.43 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 112.71% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión incrementó un 12.71%.

El F'c promedio del concreto al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $413.68 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 115.66 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumentó un 15.66%.

**Figura 37**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)*

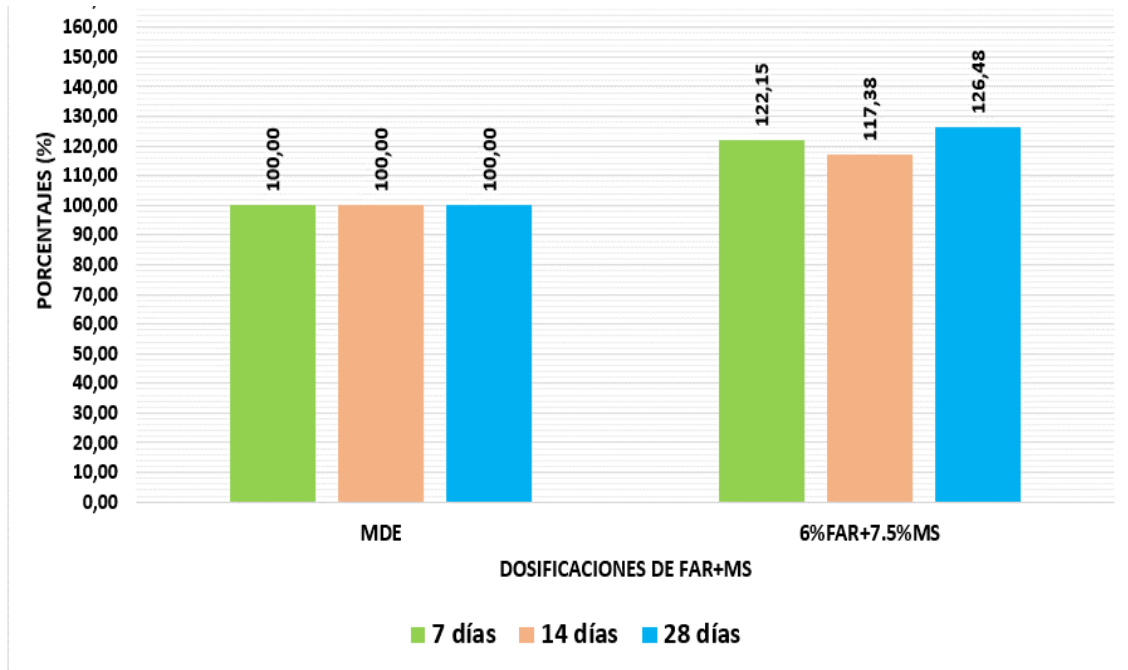


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del concreto al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $307.49 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 122.15 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 22.15% de la resistencia a compresión.

**Figura 38**

*Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)*

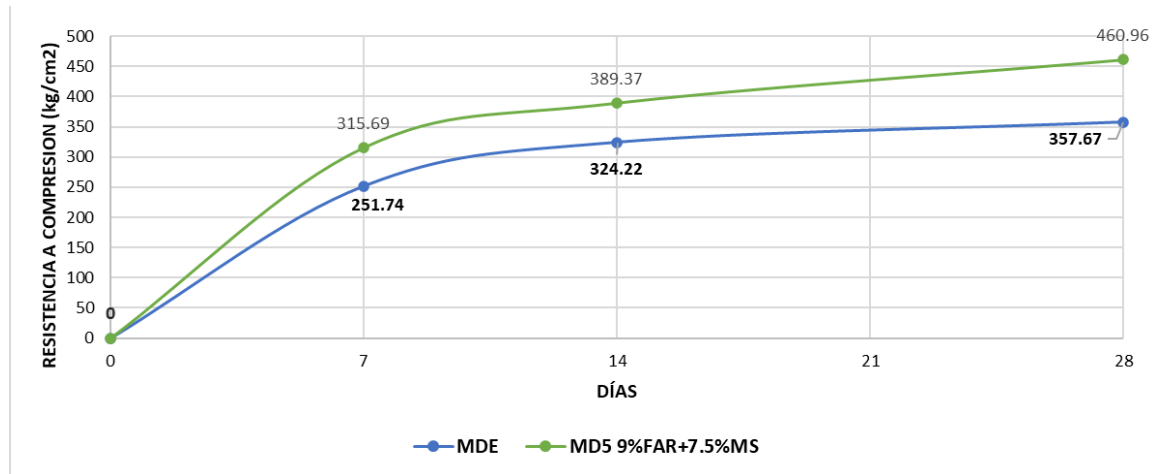


El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $380.58 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 117.38 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumento un 17.38%.

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $452.38 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 126.48 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumentó un 26.48%.

**Figura 39**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)*

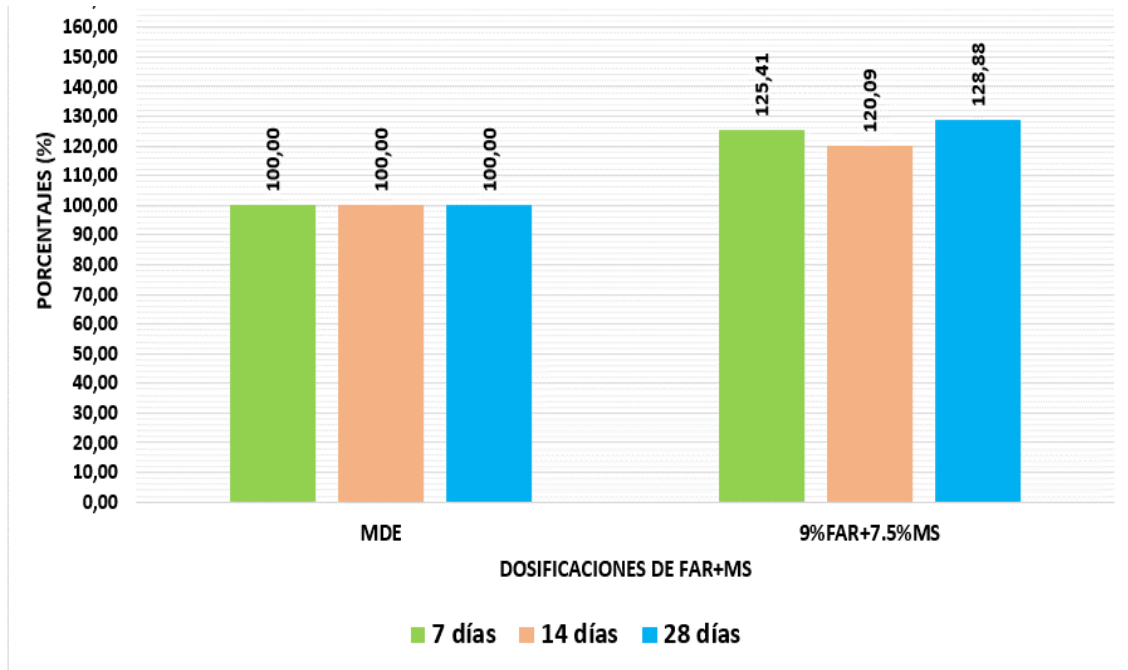


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $315.69 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 125.41 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 25.41% de la resistencia a compresión.

**Figura 40**

*Comparación de la resistencia a compresión en porcentajes: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)*

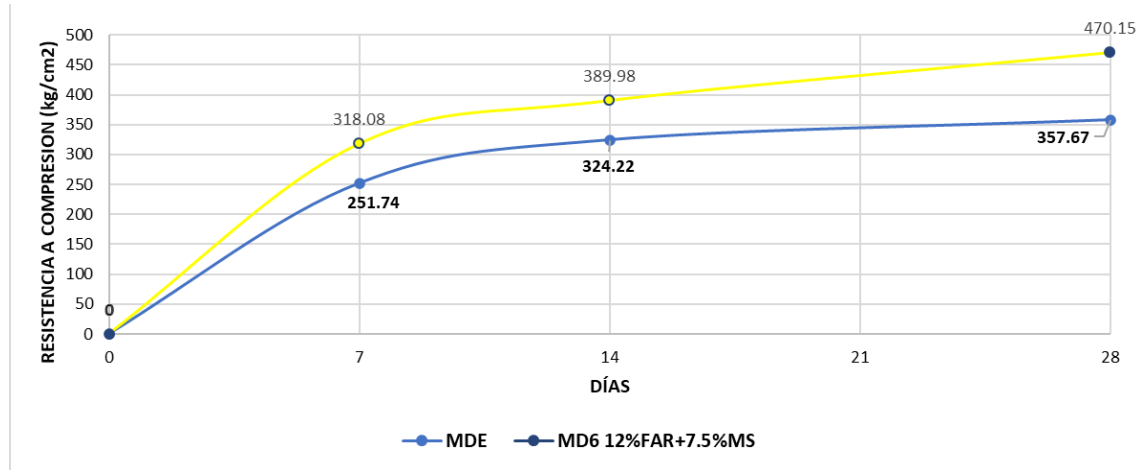


El F'c promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $389.37 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 120.09% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumento un 20.09%.

El F'c promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $460.96 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 128.88 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumentó un 28.88%.

**Figura 41**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)*

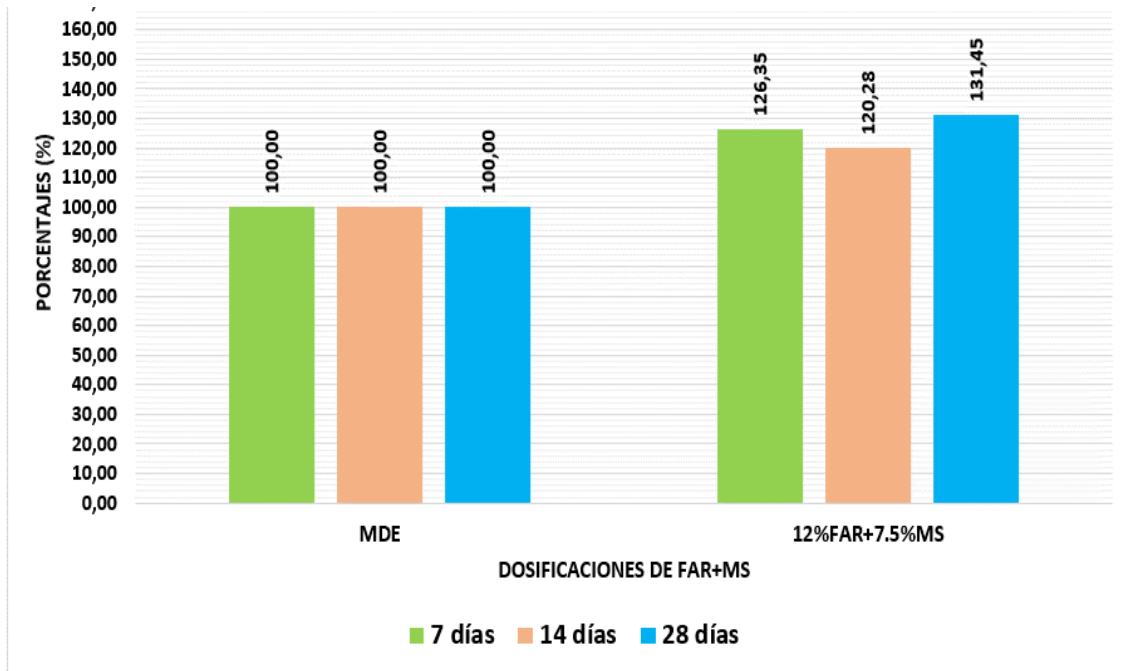


Según la figura anterior se puede observar:

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $318.08 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 126.35 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 26.35% de la resistencia a compresión.

**Figura 42**

*Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)*



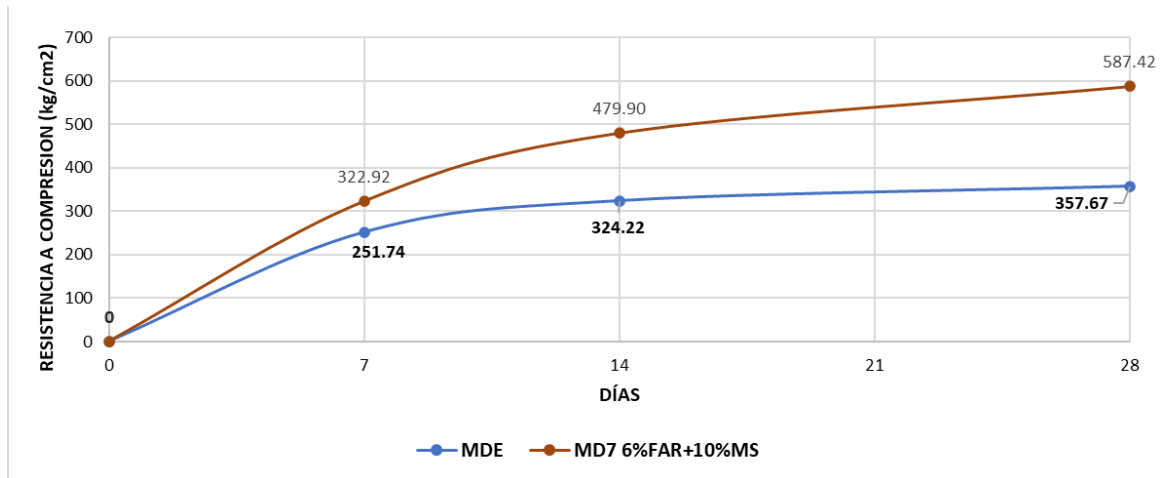
El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $389.28 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 120.28% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumento un 20.28%.

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $470.15 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 131.45 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumentó un 31.45%.



**Figura 43**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)*

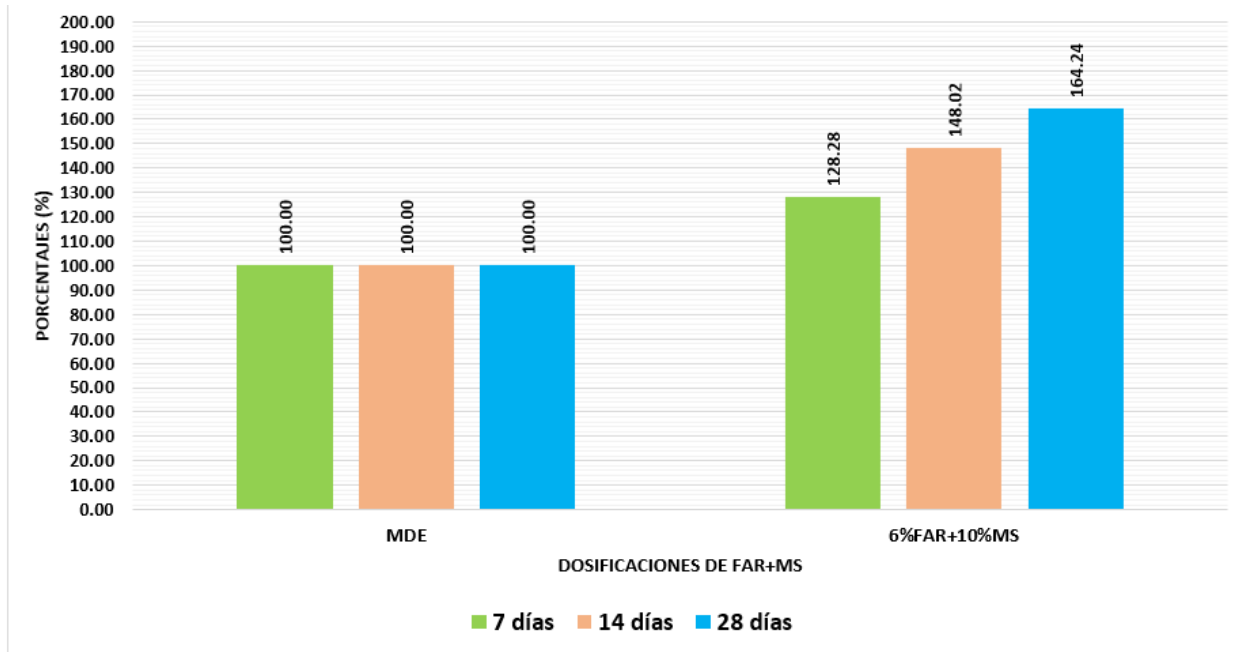


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 7 días es de  $322.92 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 128.28 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 28.28% de la resistencia a compresión.

**Figura 44**

*Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)*

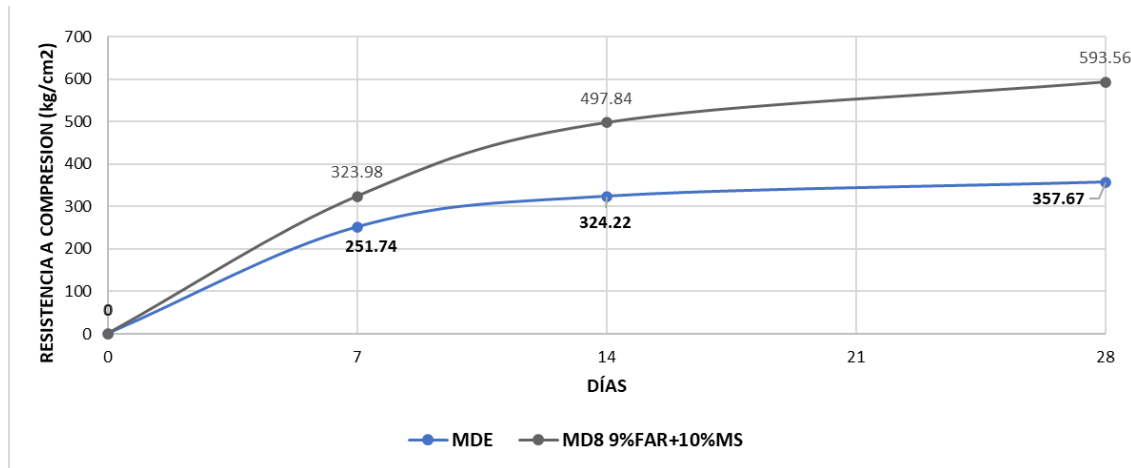


El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 14 días es de  $479.90 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 148.02 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumento un 48.02%.

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 28 días es de  $587.42 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 164.24 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumentó un 64.24%.

**Figura 45**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD8 (9% FAR + 10% MS)*

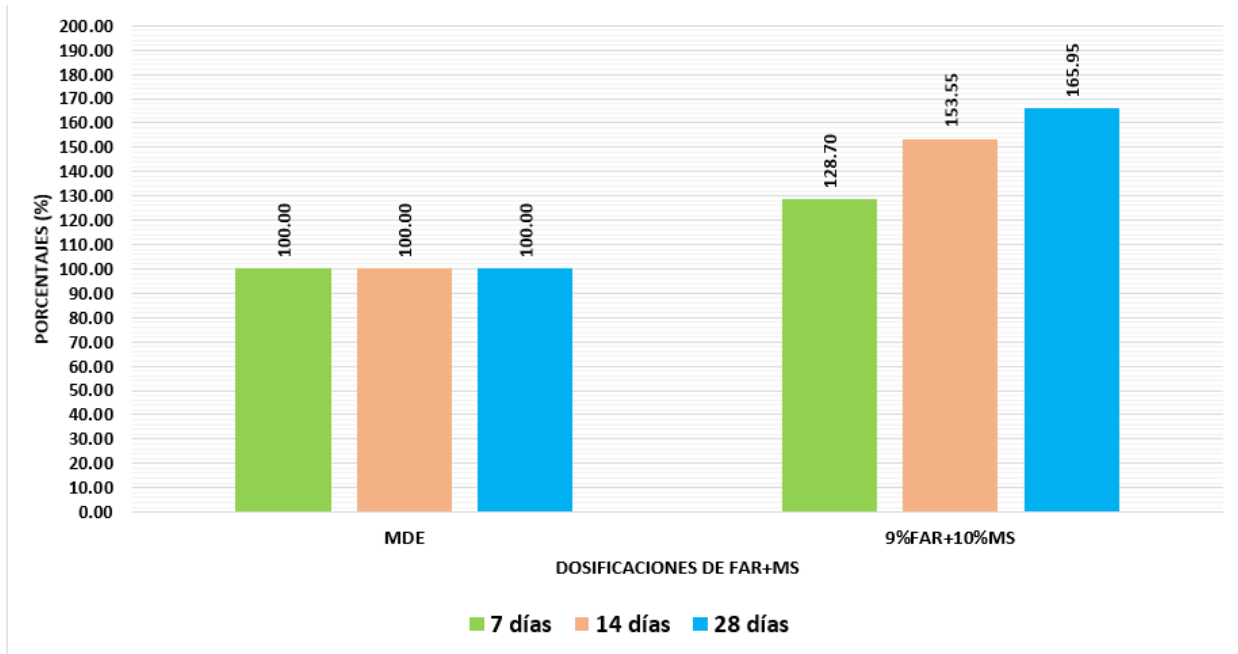


Según la figura anterior se puede observar

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10% de microsílce luego de 7 días es de  $323.98 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 128.70 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 28.70% de la resistencia a compresión.

**Figura 46**

*Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS)*

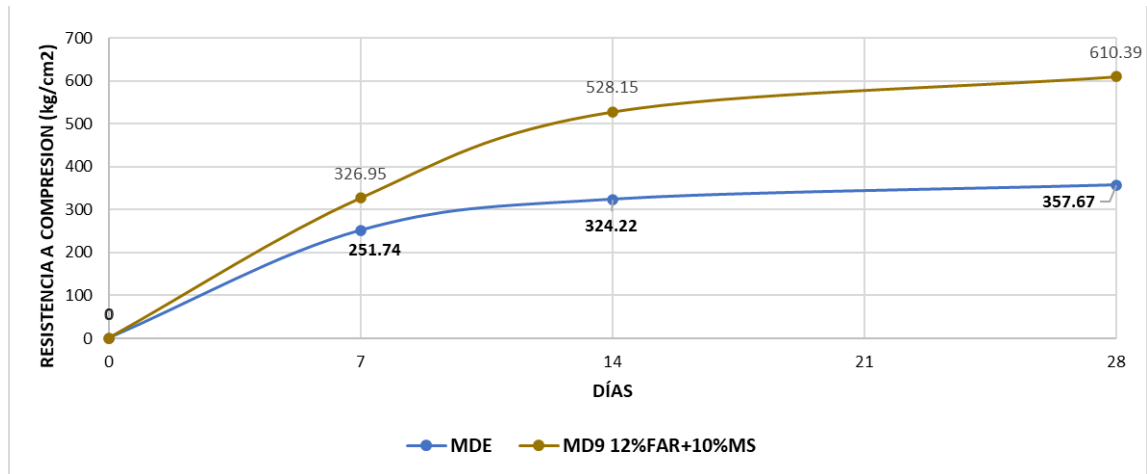


El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10% de microsílce luego de 14 días es de  $497.84 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 153.55% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumento un 53.55%.

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 28 días es de  $593.56 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 165.95 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumentó un 65.95%.

**Figura 47**

*Comparación de la resistencia a la compresión: MDE – MD9 (12% FAR + 10% MS)*

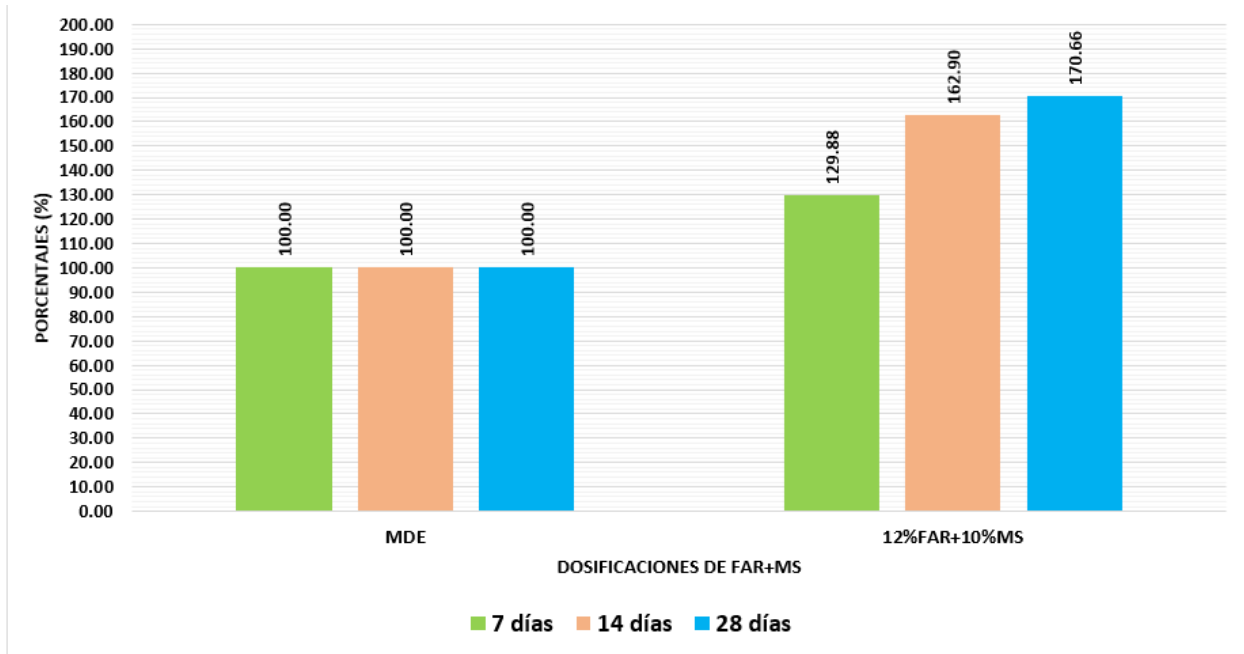


Según la figura anterior se puede observar:

El  $F'c$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 7 días es de  $326.95 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 129.88 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $251.74 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 29.88% de la resistencia a compresión.

**Figura 48**

*Comparación de la resistencia a la compresión en porcentajes: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS)*



El F'c promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 14 días es de  $528.15 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 162.90% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $324.22 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a la compresión aumento un 62.90%.

El F'c promedio del hormigón hidráulico con la adición de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 28 días es de  $610.39 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 170.66 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $357.67 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a compresión aumentó un 70.66%.

#### 4.1.7. Ensayos de Resistencia a Tracción

Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos de las muestras analizadas a Tracción diametral del concreto patrón y del concreto reforzado con fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílice en diferentes proporciones y a las edades 7, 14, 28 días.

**Tabla 31**

*Resistencia a Tracción de la muestra – MDE*

<b>Muestra MDE</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>7 días</b>	20,84	---	21,50	21,17
<b>14 días</b>	24,12	---	23,28	23,70
<b>28 días</b>	28,35	33,78	31,19	31,11

**Tabla 32**

*Resistencia a Tracción de la muestra – MD1*

<b>Muestra MD1</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>7 días</b>	27,59	---	29,81	28,70
<b>14 días</b>	29,97	---	31,87	30,92
<b>28 días</b>	31,90	34,18	37,53	34,54

**Tabla 33**

*Resistencia a Tracción de la muestra – MD2*

<b>Muestra MD2</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>7 días</b>	34,61	---	31,21	32,91
<b>14 días</b>	37,00	---	33,07	35,04
<b>28 días</b>	31,12	40,12	36,85	36,03

**Tabla 34***Resistencia a Tracción de la muestra – MD3*

<b>Muestra MD3</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
7 días	32,17	---	36,17	34,17
14 días	34,92	---	37,14	36,03
28 días	40,34	39,89	46,53	42,25

**Tabla 35***Resistencia a Tracción de la muestra – MD4*

<b>Muestra MD4</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
7 días	29,63	---	30,71	30,17
14 días	30,01	---	33,65	31,83
28 días	32,63	39,83	35,19	35,88

**Tabla 36***Resistencia a Tracción de la muestra – MD5*

<b>Muestra MD5</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
7 días	30,18	---	36,34	33,26
14 días	35,78	---	37,90	36,84
28 días	36,00	36,57	39,21	37,26

**Tabla 37***Resistencia a Tracción de la muestra – MD6*

<b>Muestra MD6</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
7 días	30,98	---	38,64	34,81
14 días	35,28	---	39,78	37,53
28 días	43,97	40,91	46,67	43,85



**Tabla 38***Resistencia a Tracción de la muestra – MD7*

<b>Muestra MD7</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	31,11	---	32,18	31,65
<b>14 días</b>	32,82	---	35,51	34,17
<b>28 días</b>	33,81	36,87	40,88	37,19

**Tabla 39***Resistencia a Tracción de la muestra – MD8*

<b>Muestra MD8</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	31,73	---	39,18	35,46
<b>14 días</b>	41,22	---	36,36	38,79
<b>28 días</b>	38,98	40,11	42,64	40,58

**Tabla 40***Resistencia a Tracción de la muestra – MD9*

<b>Muestra MD9</b>	<b>Resistencia a Tracción (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	33,49	---	39,72	36,61
<b>14 días</b>	34,72	---	40,46	37,59
<b>28 días</b>	41,22	45,18	48,57	44,99

**4.1.7.1. Resumen de resultados de ensayos a Tracción.**

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los ensayos a tracción diametral de las muestras en estudio.

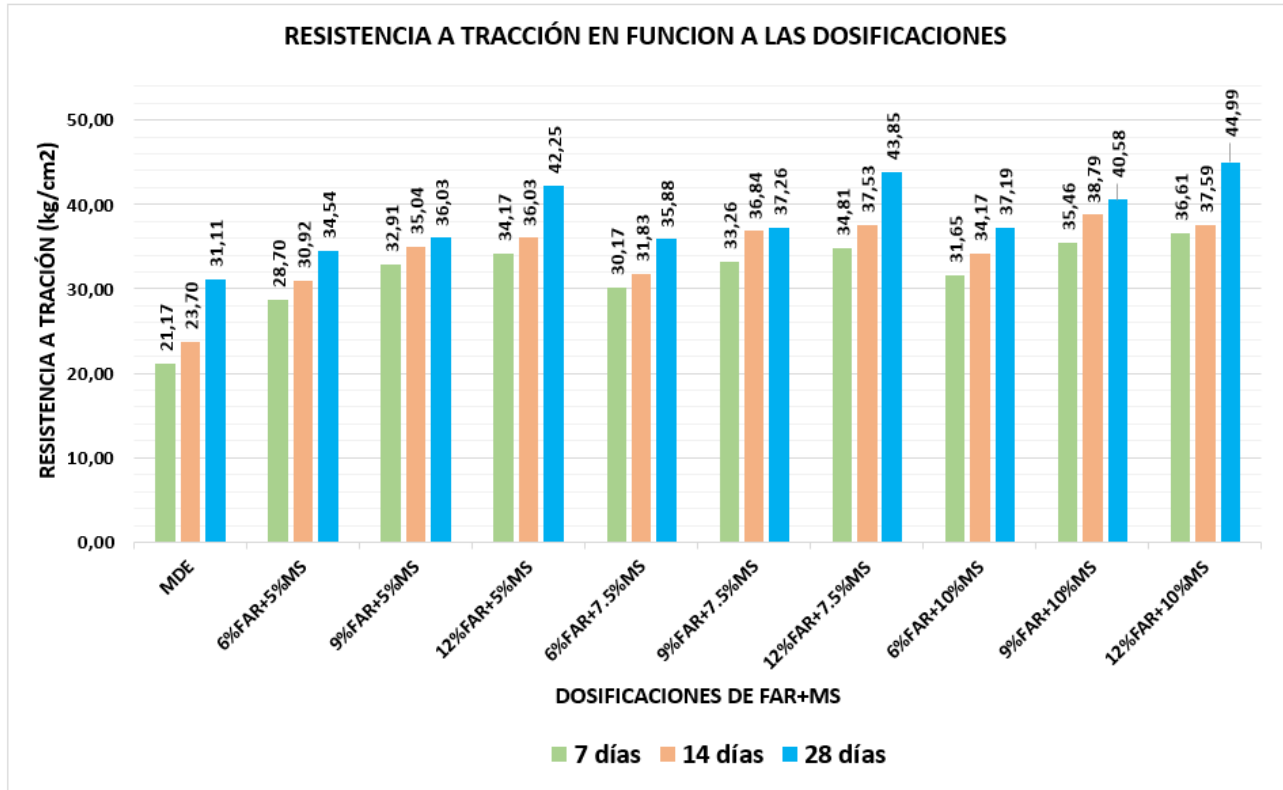
**Tabla 41***Resumen de resultados de los ensayos a Tracción*

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A TRACCION (kg/cm2)					
		7 días	PORCENTAJE (%)	14 días	PORCENTAJE (%)	28 días	PORCENTAJE (%)
MDE	0%FAR+0%MS	21,17	100	23,7	100	31,11	100
MD1	6%FAR+5%MS	28,70	135,57	30,92	130,46	34,54	111,03
MD2	9%FAR+5%MS	32,91	155,46	35,035	147,83	36,03	115,83
MD3	12%FAR+5%MS	34,17	161,41	36,03	152,03	42,25	135,83
MD4	6%FAR+7.5%MS	30,17	142,51	31,83	134,30	35,88	115,36
MD5	9%FAR+7.5%MS	33,26	157,11	36,84	155,44	37,26	119,78
MD6	12%FAR+7.5%MS	34,81	164,43	37,53	158,35	43,85	140,97
MD7	6%FAR+10%MS	31,65	149,48	34,17	144,16	37,19	119,55
MD8	9%FAR+10%MS	35,46	167,48	38,79	163,67	40,58	130,44
MD9	12%FAR+10%MS	36,61	172,91	37,59	158,61	44,99	144,63

Para ver la mejora de la resistencia a tracción con el tiempo en todos los grupos de control, se muestran los resultados obtenidos sobre la resistencia a tracción en la siguiente figura a 7, 14 y 28 días.

**Figura 49**

*Cambios en la resistencia a tracción de los grupos de prueba*

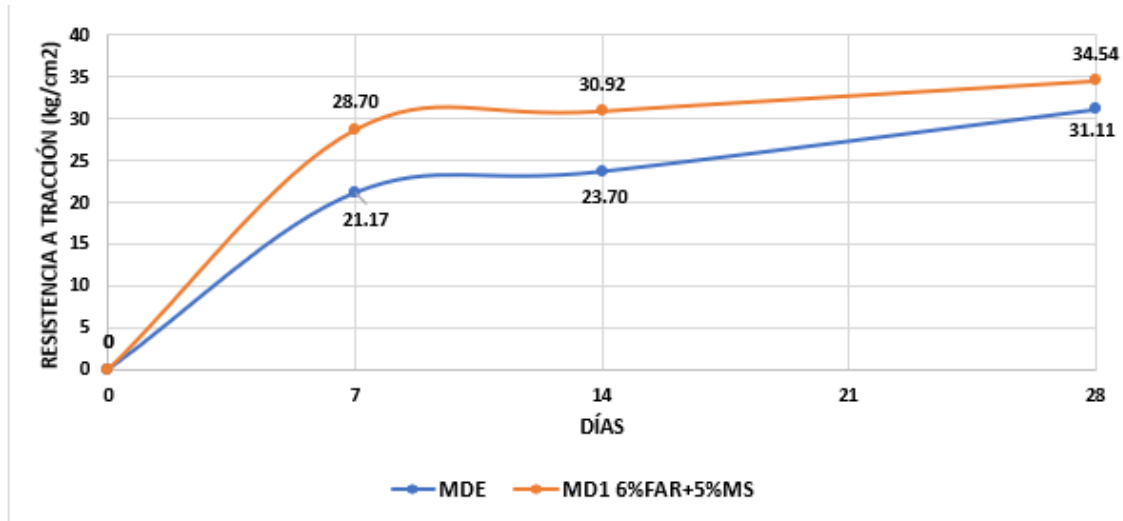


La evolución al incorporar acero reciclado de neumáticos y microsílíce en diferentes proporciones al concreto hidráulico se muestra en la figura 28, donde indica que la dosis de 12% FAR +10% MS incrementa de manera significativa la resistencia a compresión a los 7 días es de  $36.61 \frac{Kg}{cm^2}$ , a los 14 días es de  $37.59 \frac{Kg}{cm^2}$  y a los 28 días es de  $44.99 \frac{Kg}{cm^2}$ , en comparación al diseño estándar: a los 7 días es de  $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ , a los 14 días es de  $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$  y a los 28 días es de  $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ .

#### 4.1.7.2. Análisis e Interpretación de Resultados de Ensayos a Tracción.

Figura 50

Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS)

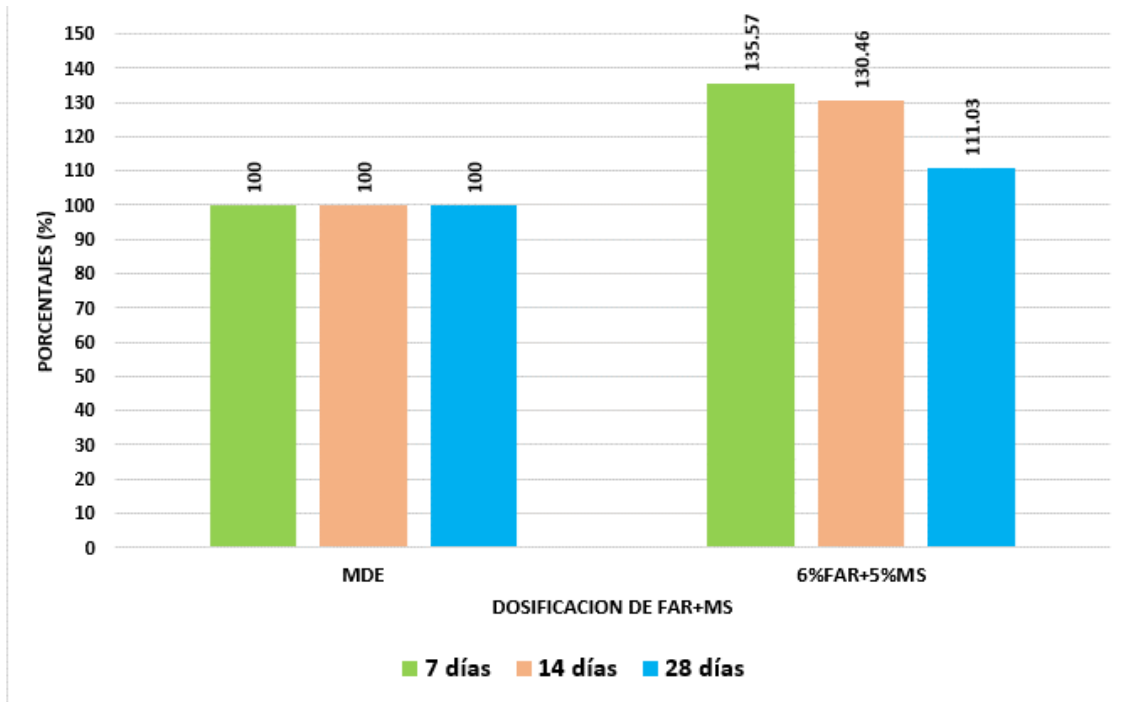


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $28.70 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 135.57 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un incremento del 35.57% de la resistencia a tracción.

**Figura 51**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS)*

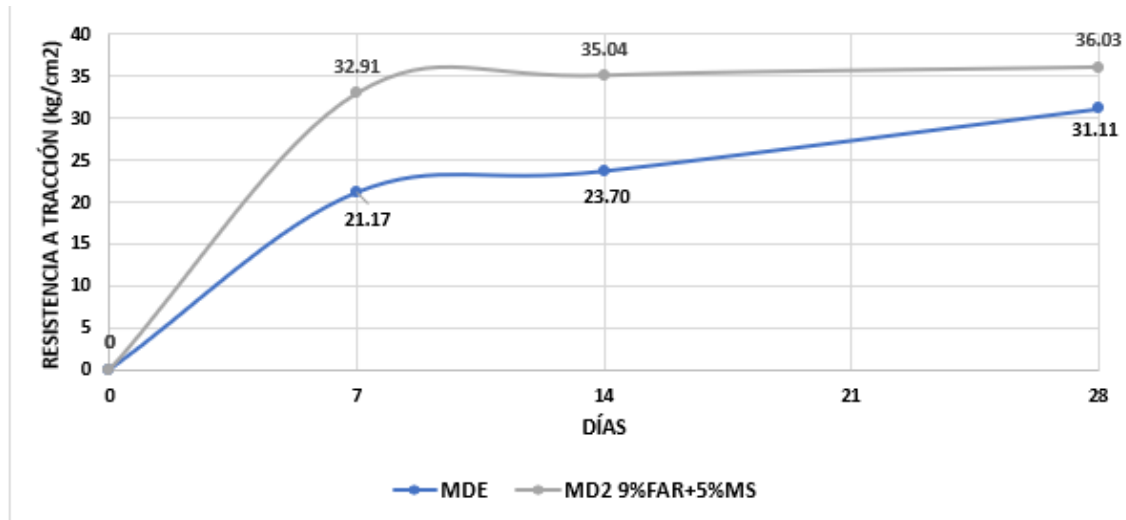


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $30.92 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 130.46 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 30.46%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $34.54 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 111.03 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 11.03%.

**Figura 52**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*

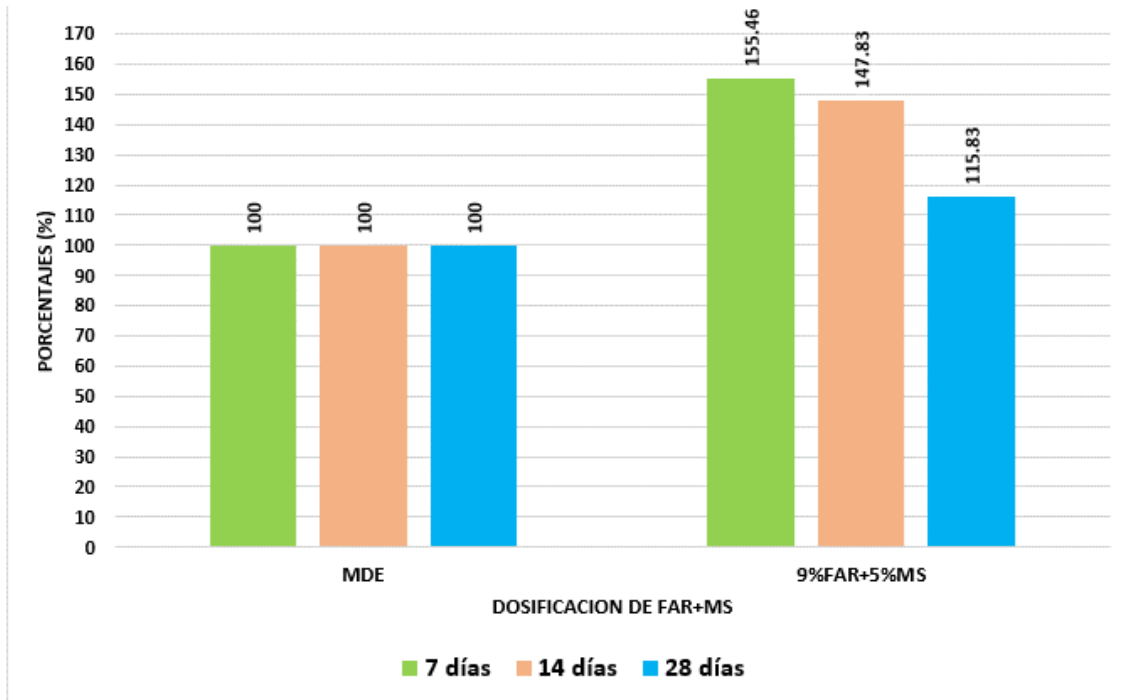


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $32.91 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 155.46 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 55.46% de la resistencia a tracción.

**Figura 53**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*

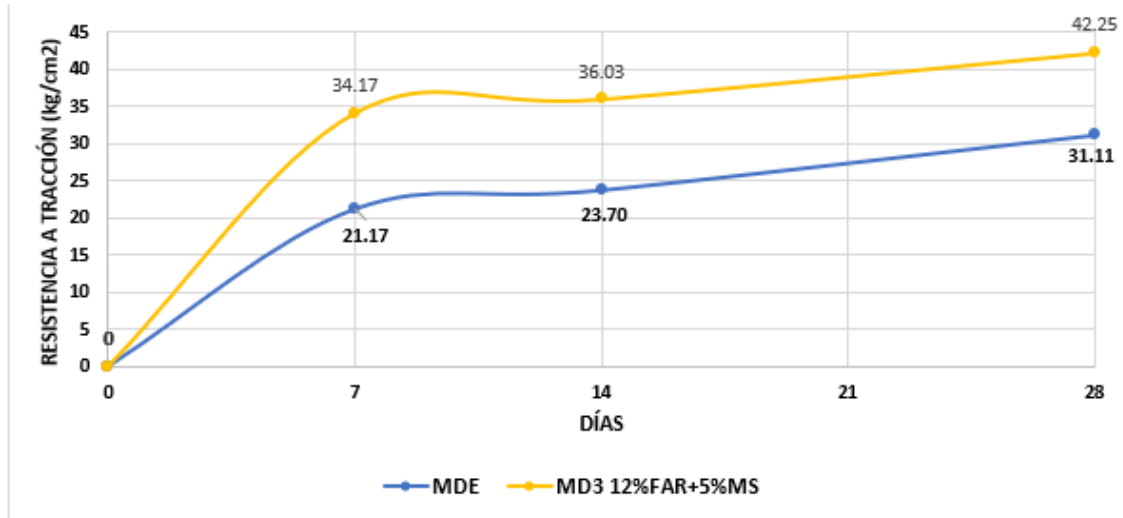


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $35.04 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 147.83 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 47.83%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $36.03 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 115.83 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 15.83%.

**Figura 54**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)*



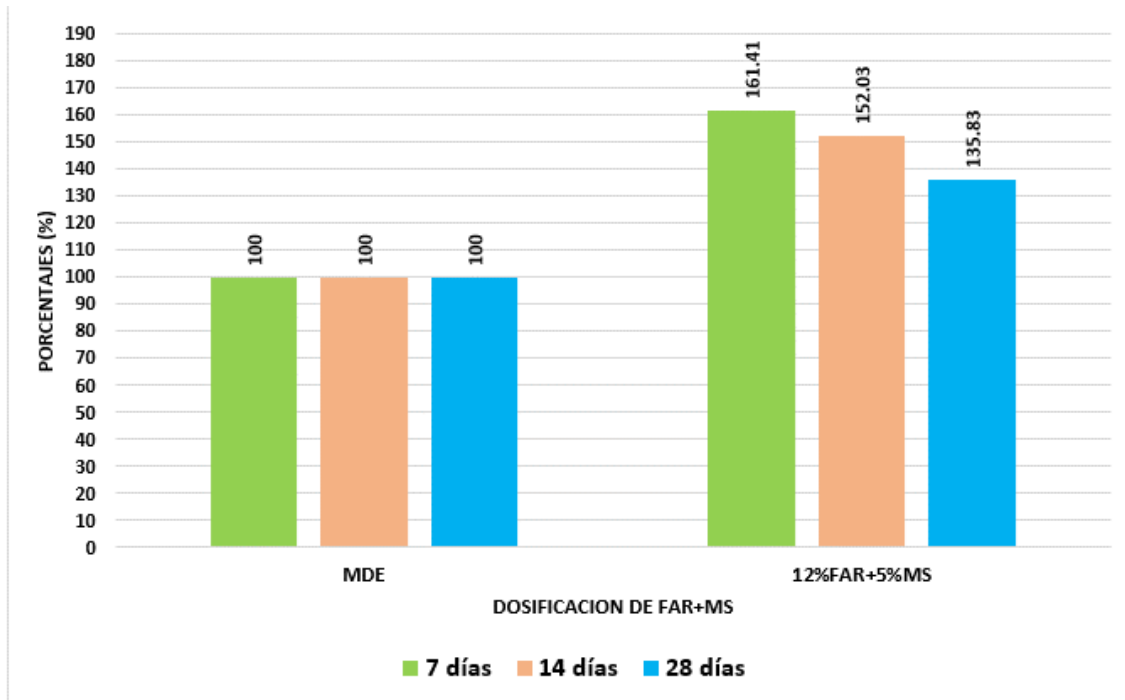
Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $34.17 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 161.41 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 61.41% de la resistencia a tracción.



**Figura 55**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)*

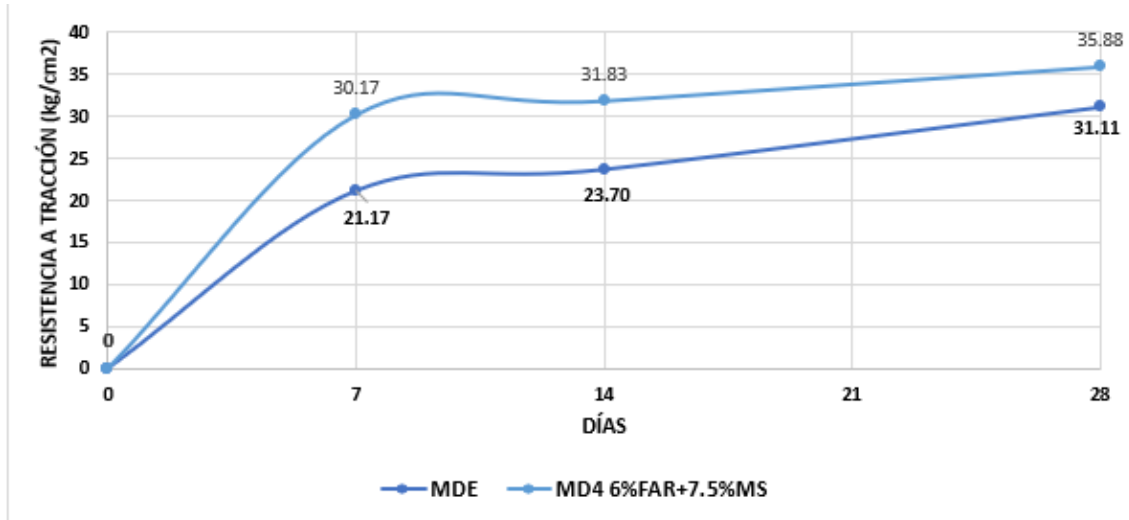


La resistencia a tracción promedio del concreto al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílce luego de 14 días es de  $36.03 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 152.03 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 52.03%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílce luego de 28 días es de  $42.25 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 135.83 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 35.83%.

**Figura 56**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)*

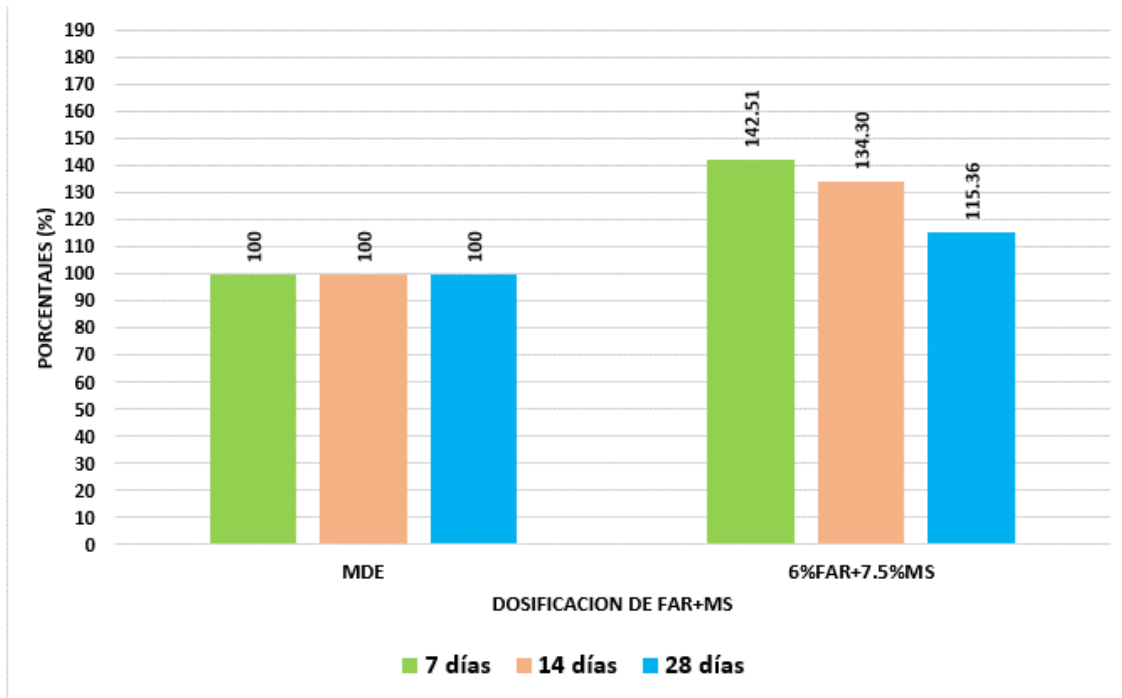


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $30.17 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 142.51 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 42.51% de la resistencia a tracción.

**Figura 57**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)*

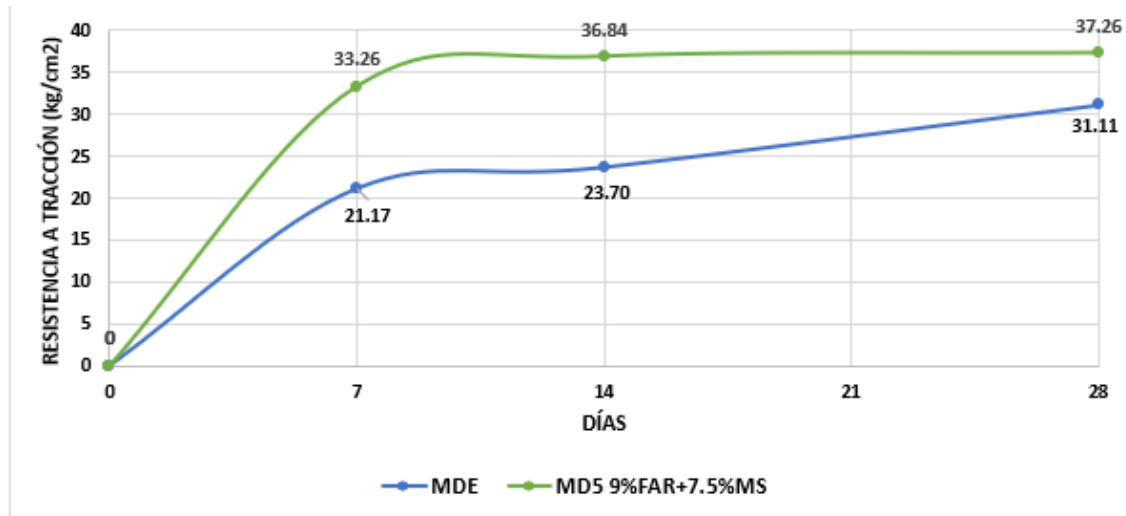


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $31.83 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 134.30 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 34.30%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $35.88 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 115.36 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 15.36%.

**Figura 58**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)*

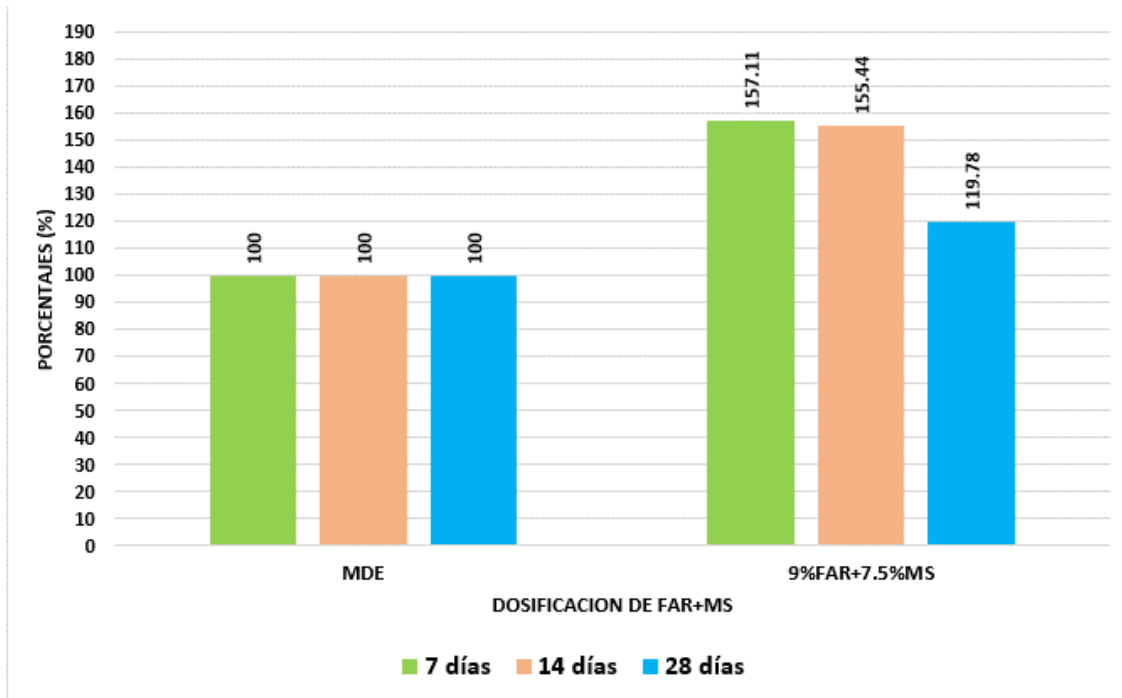


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $33.26 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 157.11 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 57.11% de la resistencia a tracción.

**Figura 59**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)*

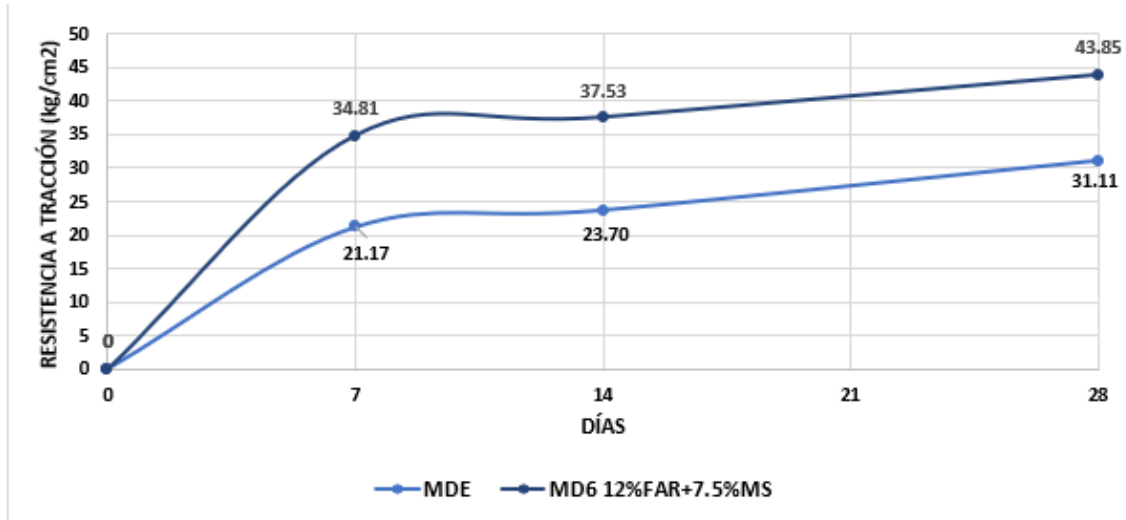


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $36.84 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 155.44 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 55.44%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $37.26 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 119.78 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 19.78%.

**Figura 60**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)*

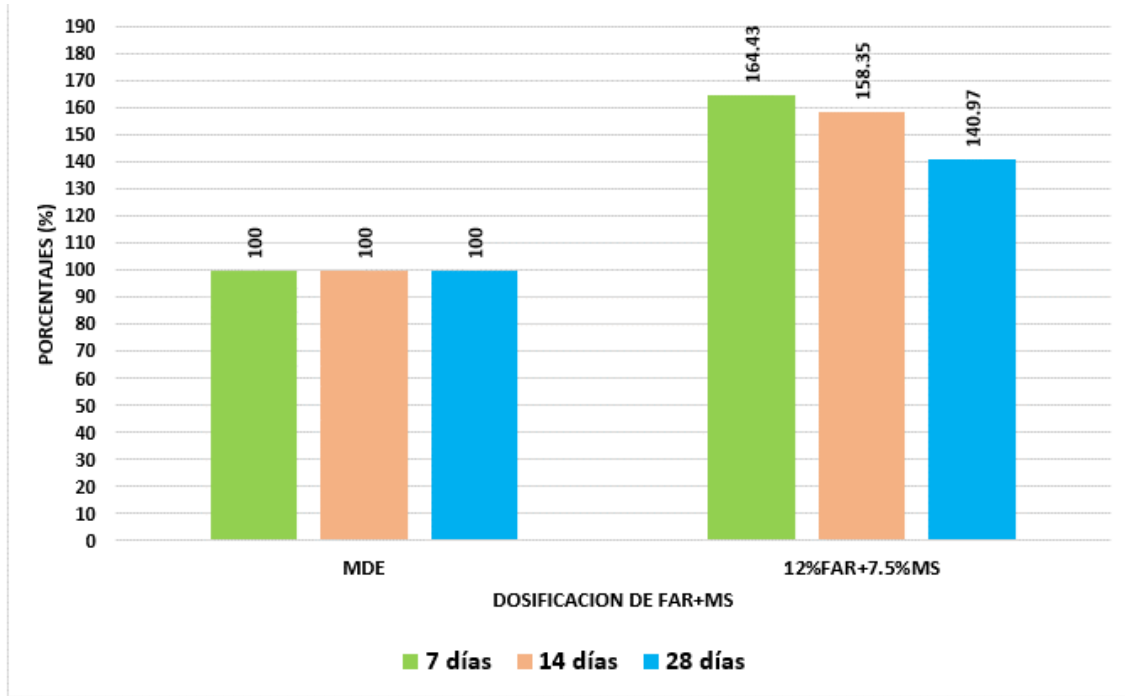


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $34.81 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 164.43 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 64.43% de la resistencia a tracción.

**Figura 61**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)*

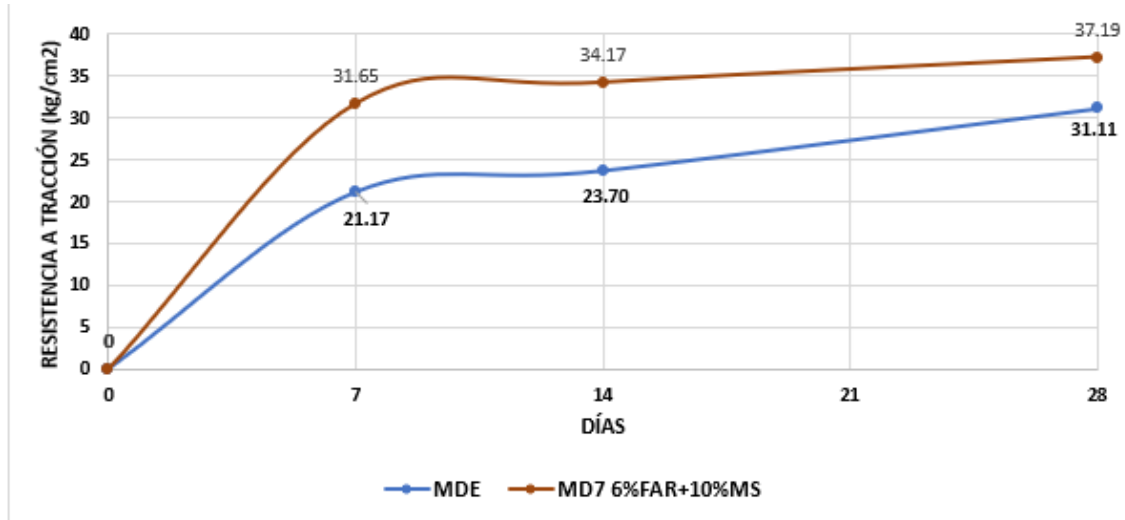


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $37.53 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 158.35 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 58.35%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico con la adición de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $43.85 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 140.97 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 40.97%.

**Figura 62**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)*



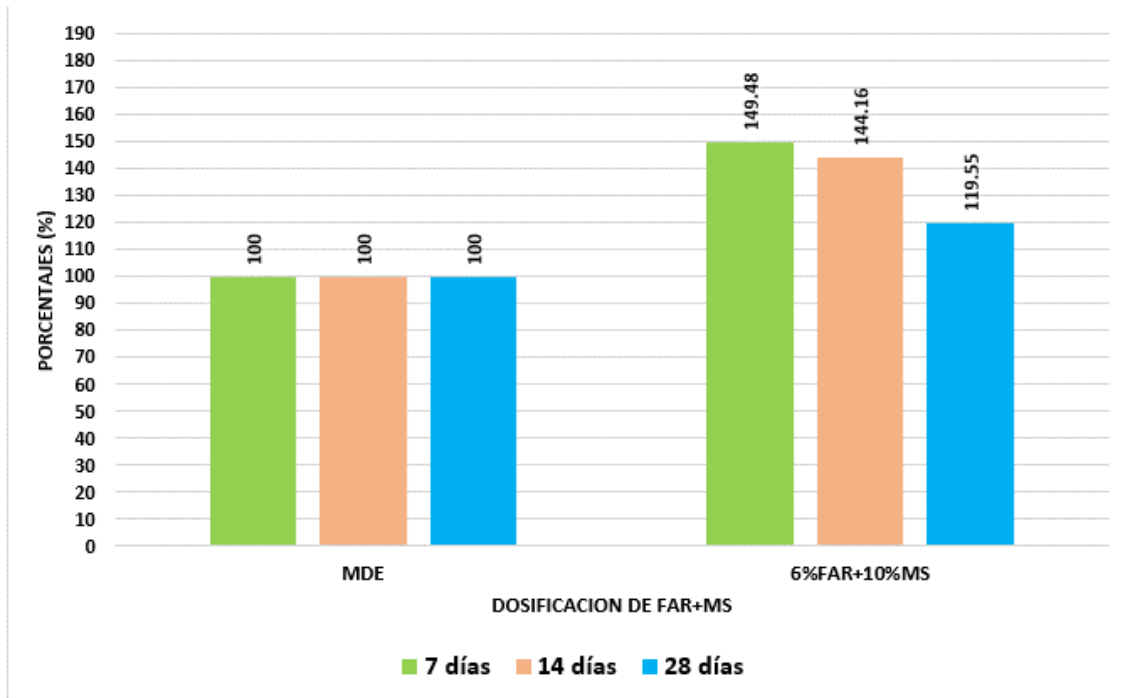
Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 7 días es de  $31.65 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 149.48 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 49.48% de la resistencia a tracción.



**Figura 63**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)*

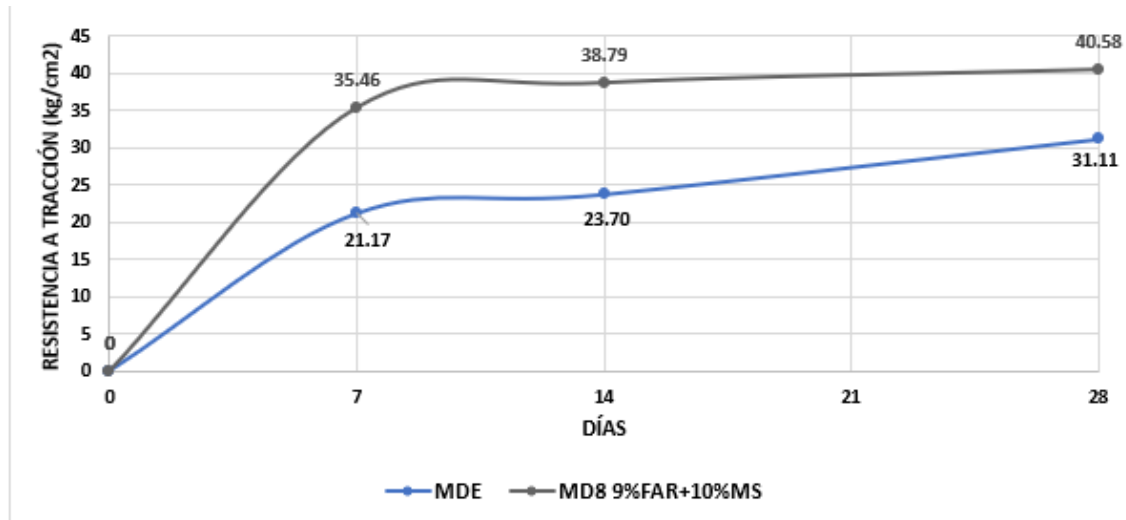


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 14 días es de  $34.17 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 144.16 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 44.16%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 28 días es de  $37.19 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 119.55 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 19.55%.

**Figura 64**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS)*

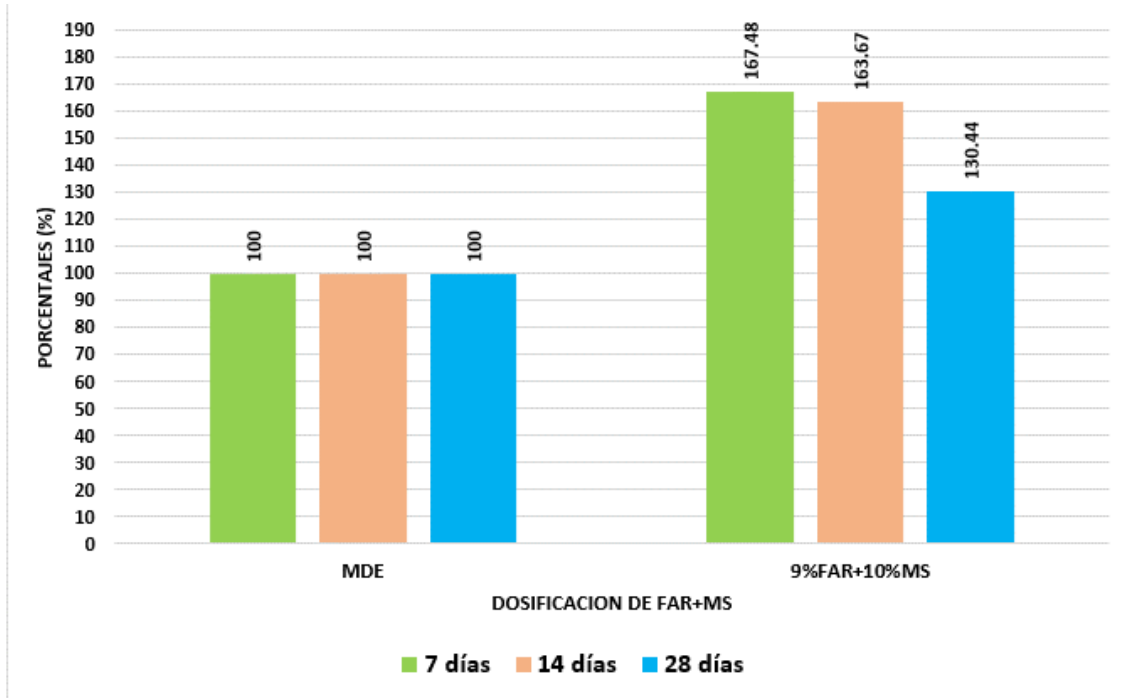


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 7 días es de  $35.46 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 167.48 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 67.48% de la resistencia a tracción.

**Figura 65**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS)*

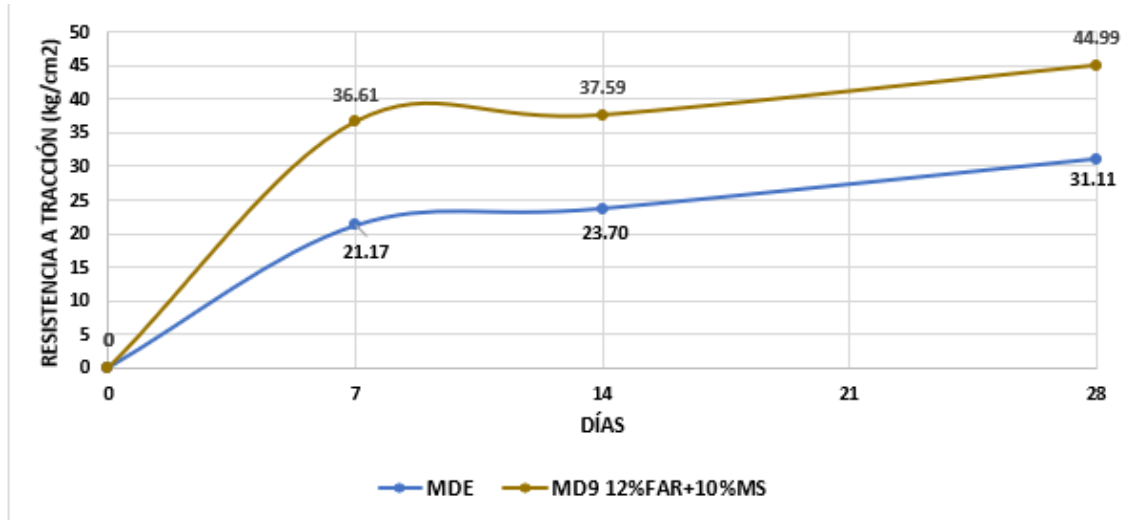


La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 14 días es de  $38.79 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 163.67 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 63.67%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 28 días es de  $40.58 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 130.44 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 30.44%.

**Figura 66**

*Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS)*

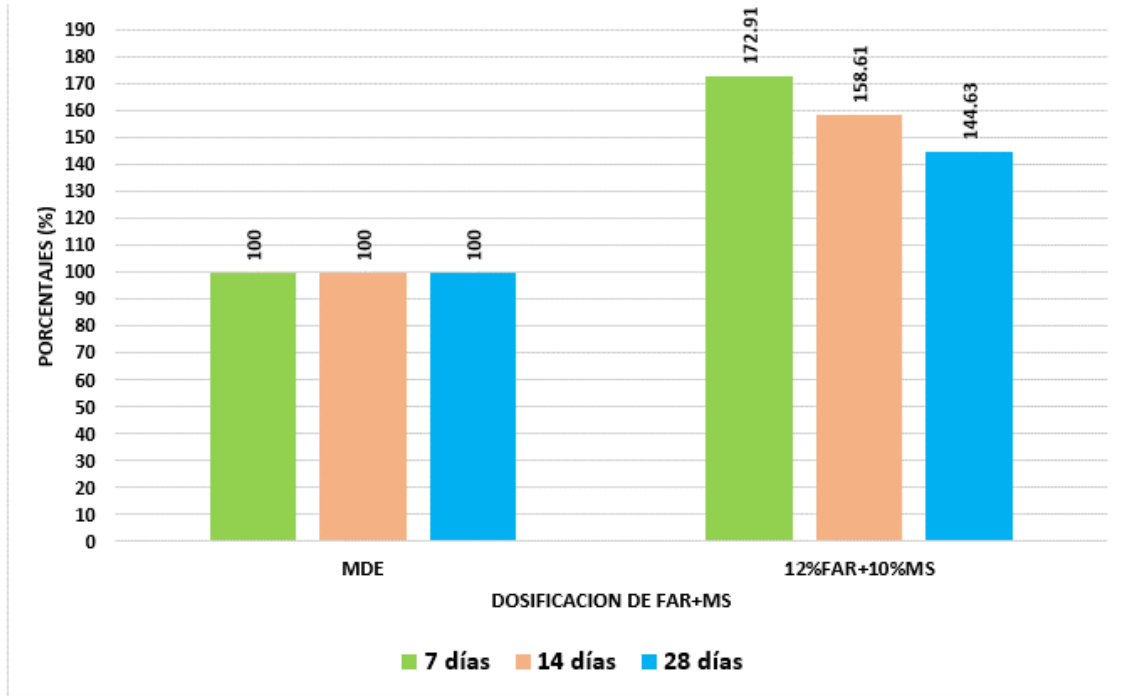


Según la figura anterior podemos observar

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 7 días es de  $36.61 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 172.91 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $21.17 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 72.91% de la resistencia a tracción.

**Figura 67**

*Comparación de la resistencia a tracción en porcentajes: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS)*



La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 14 días es de  $37.59 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 158.61 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $23.70 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumento un 58.61%.

La resistencia a tracción promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílce luego de 28 días es de  $44.99 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 144.63 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $31.11 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a tracción aumentó un 44.63%.

#### 4.1.8. Ensayo de Resistencia a Flexión o Modulo de Rotura

Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos de las muestras analizadas a flexión del concreto tradicional y del concreto reforzado con fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílice en diferentes proporciones y a las edades 7, 14, 28 días.

**Tabla 42**

*Ensayo a flexión – MDE*

<b>Muestra MDE</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	35,27	---	36,50	35,89
<b>14 días</b>	37,80	---	40,13	38,97
<b>28 días</b>	37,11	40,18	44,01	40,43

**Tabla 43**

*Ensayo a flexión – MD1*

<b>Muestra MD1</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	40,01	---	42,18	41,10
<b>14 días</b>	39,10	---	46,34	42,72
<b>28 días</b>	56,30	51,15	48,98	52,14

**Tabla 44**

*Ensayo a flexión – MD2*

<b>Muestra MD2</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
<b>7 días</b>	45,45	---	49,17	47,31
<b>14 días</b>	48,12	---	49,61	48,87
<b>28 días</b>	58,90	60,28	53,16	57,45

**Tabla 45***Ensayo a flexión – MD3*

<b>Muestra MD3</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	50,68	---	54,12	52,40
14 días	55,12	---	56,12	55,62
28 días	60,15	65,17	69,79	65,04

**Tabla 46***Ensayo a flexión – MD4*

<b>Muestra MD4</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	41,26	---	43,00	42,13
14 días	44,81	---	47,12	45,97
28 días	58,24	47,93	53,63	53,27

**Tabla 47***Ensayo a flexión – MD5*

<b>Muestra MD5</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	46,07	---	52,12	49,10
14 días	50,01	---	54,18	52,10
28 días	57,63	59,97	61,00	59,53

**Tabla 48***Ensayo a flexión – MD6*

<b>Muestra MD6</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	49,76	---	55,8	52,78
14 días	57,49	---	59,37	58,43
28 días	67,14	64,12	70,24	67,17

**Tabla 49***Ensayo a flexión – MD7*

<b>Muestra MD7</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	46,21	---	42,70	44,46
14 días	51,00	---	46,45	48,73
28 días	56,82	50,09	60,18	55,70

**Tabla 50***Ensayo a flexión – MD8*

<b>Muestra MD8</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	51,10	---	49,76	50,43
14 días	55,80	---	51,30	53,55
28 días	63,41	58,70	58,64	60,25

**Tabla 51***Ensayo a flexión – MD8*

<b>Muestra MD9</b>	<b>Resistencia a Flexión (kg/cm2)</b>			<b>Promedio (Kg/cm2)</b>
7 días	53,02	---	56,17	54,60
14 días	63,11	---	59,70	61,41
28 días	73,51	63,25	68,70	68,49

**4.1.8.1. Resumen de Resultados de ensayos a Flexión.**

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los ensayos a flexión o módulo de rotura de las muestras estudiadas.



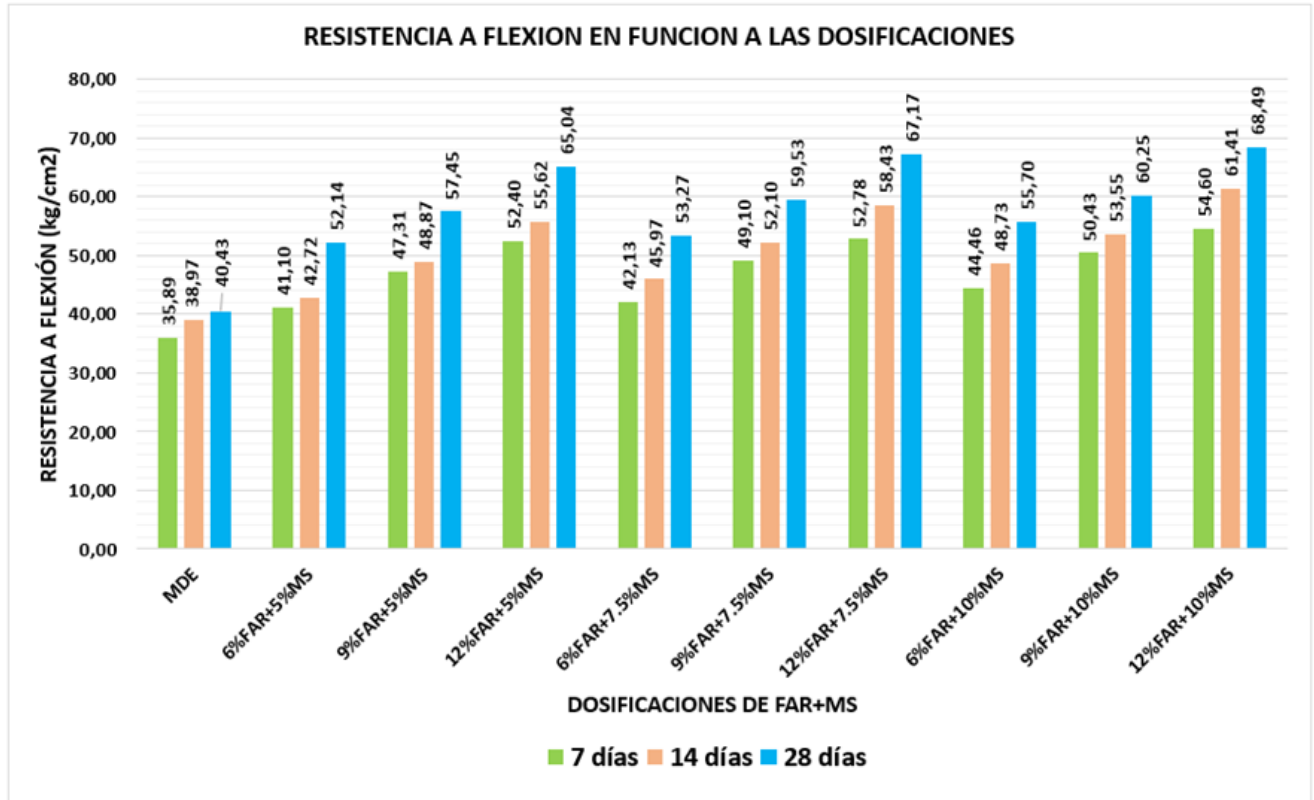
**Tabla 52***Resumen de resultados de los ensayos a flexión*

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm2)					
		7 días	PORCENTAJE (%)	14 días	PORCENTAJE (%)	28 días	PORCENTAJE (%)
MDE	0%FAR+0%MS	35,89	100	38,97	100	40,43	100
MD1	6%FAR+5%MS	41,10	114,52	42,72	109,64	52,14	128,96
MD2	9%FAR+5%MS	47,31	131,84	48,87	125,41	57,45	142,08
MD3	12%FAR+5%MS	52,40	146,02	55,62	142,74	65,04	160,85
MD4	6%FAR+7.5%MS	42,13	117,40	45,97	117,96	53,27	131,74
MD5	9%FAR+7.5%MS	49,10	136,81	52,10	133,70	59,53	147,24
MD6	12%FAR+7.5%MS	52,78	147,08	58,43	149,96	67,17	166,12
MD7	6%FAR+10%MS	44,46	123,88	48,73	125,05	55,70	137,75
MD8	9%FAR+10%MS	50,43	140,53	53,55	137,43	60,25	149,01
MD9	12%FAR+10%MS	54,60	152,14	61,41	157,59	68,49	169,38

Para ver la evolución del módulo de rotura del hormigón hidráulico en el tiempo en todos los grupos de control, se muestran los resultados obtenidos sobre la resistencia a flexión en la siguiente figura a la edad de 7, 14 y 28 días.

**Figura 68**

*Cambios en la resistencia a flexión de los grupos de prueba*



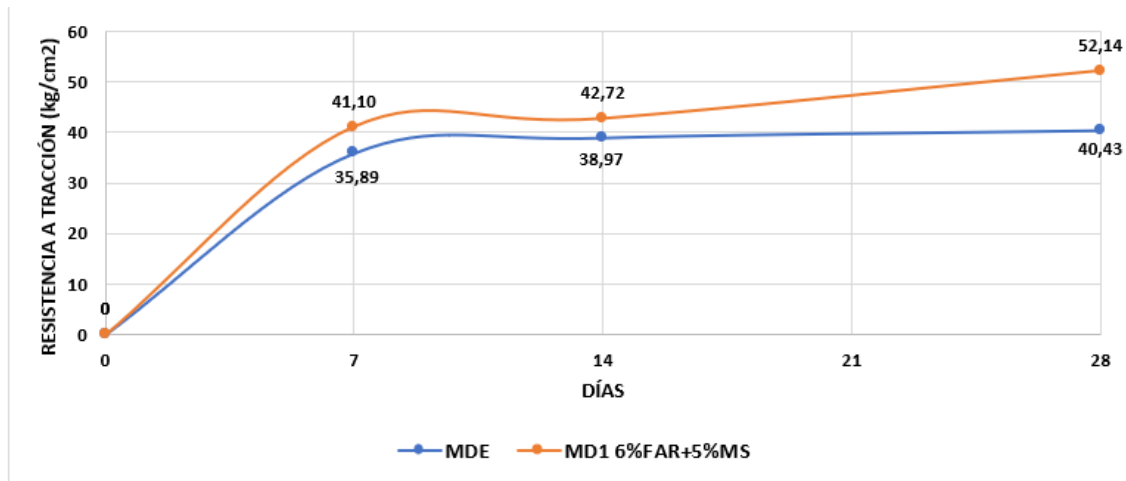
La evolución al incorporar acero reciclado de neumáticos y microsílíce en diferentes proporciones al concreto hidráulico se muestra en la figura 20, donde indica que la dosis de 12% FAR +10% MS aumenta significativamente la resistencia a flexión: a los 7 días es de  $54.60 \frac{Kg}{cm^2}$  a los 14 días es de  $61.41 \frac{Kg}{cm^2}$  y a los 28 días es de  $68.49 \frac{Kg}{cm^2}$ , en comparación al diseño estándar: a los 7 días es de  $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ , a los 14 días es de 38.97 y a los 28 días es de  $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ .

Así también se observa que el módulo de rotura para todos los casos de adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce es mayor en comparación al hormigón estándar.

#### 4.1.8.2. Análisis e Interpretación de Resultados de Ensayos a Flexión.

Figura 69

Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD1(6% FAR + 5% MS)

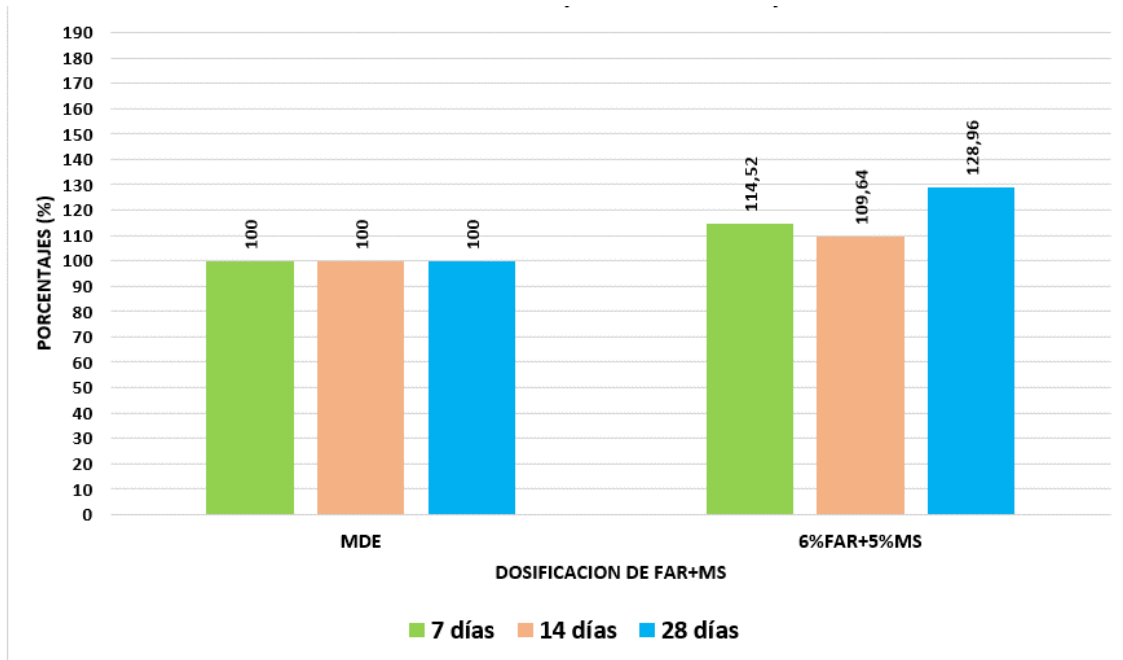


Según la figura anterior se puede observar

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de micro sílice luego de 7 días es de  $41.10 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 114.52 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 14.52% de la resistencia a flexión.

**Figura 70**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MDI(6% FAR + 5% MS)*

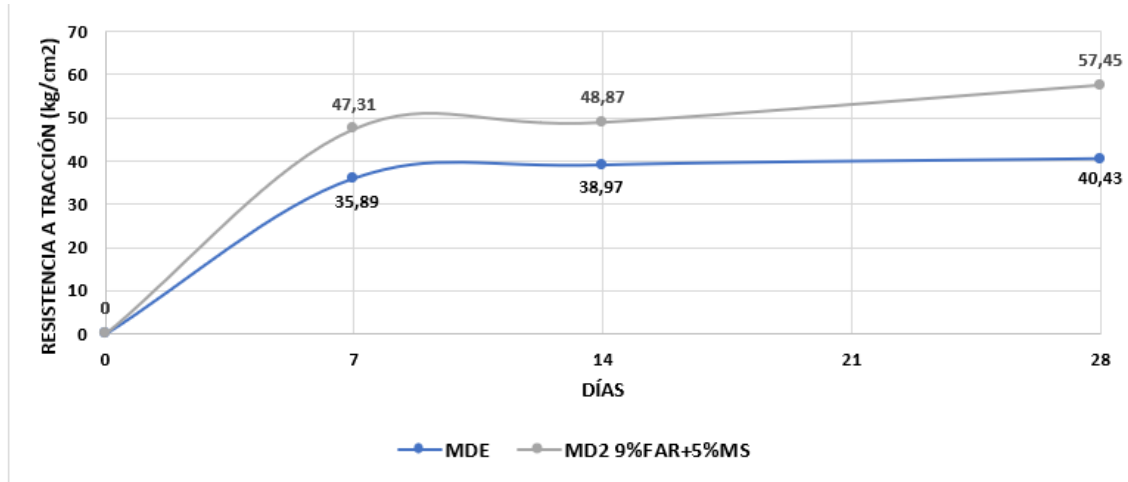


El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $42.72 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 109.64 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 9.64%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $52.14 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 128.96% con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 11.90%.

**Figura 71**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*

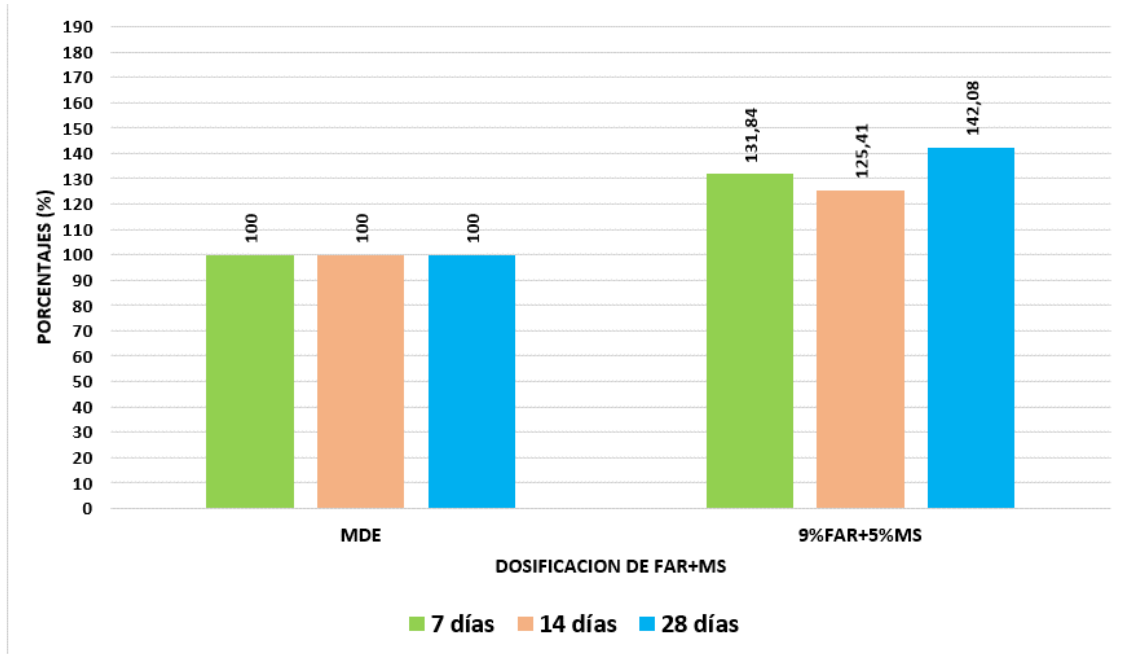


Según la figura anterior se puede observar

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $47.31 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 131.84 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2} \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 31.84% de la resistencia a flexión.

**Figura 72**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD2(9% FAR + 5% MS)*

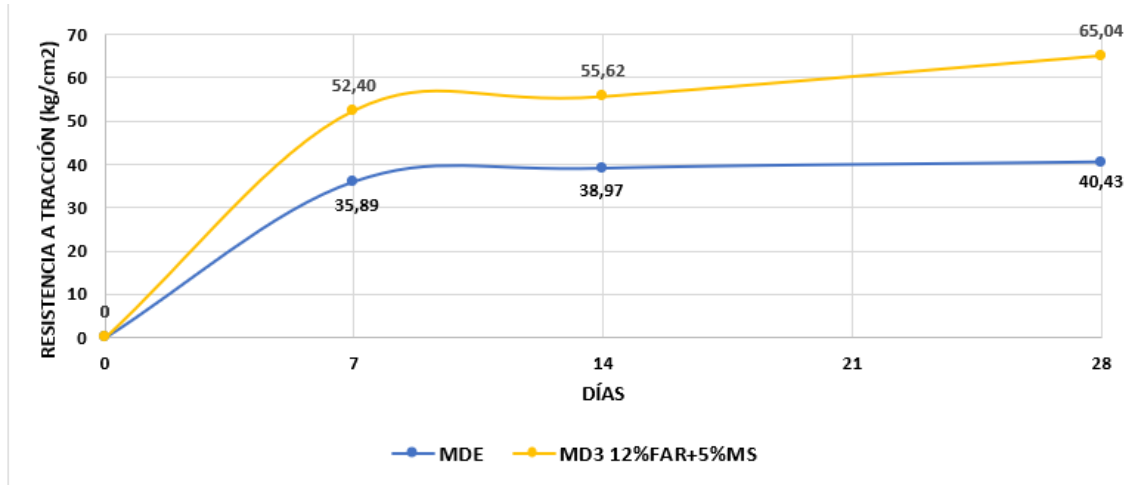


El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $48.87 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 125.41% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 12.10%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $57.45 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 142.08 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 42.08%.

**Figura 73**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)*

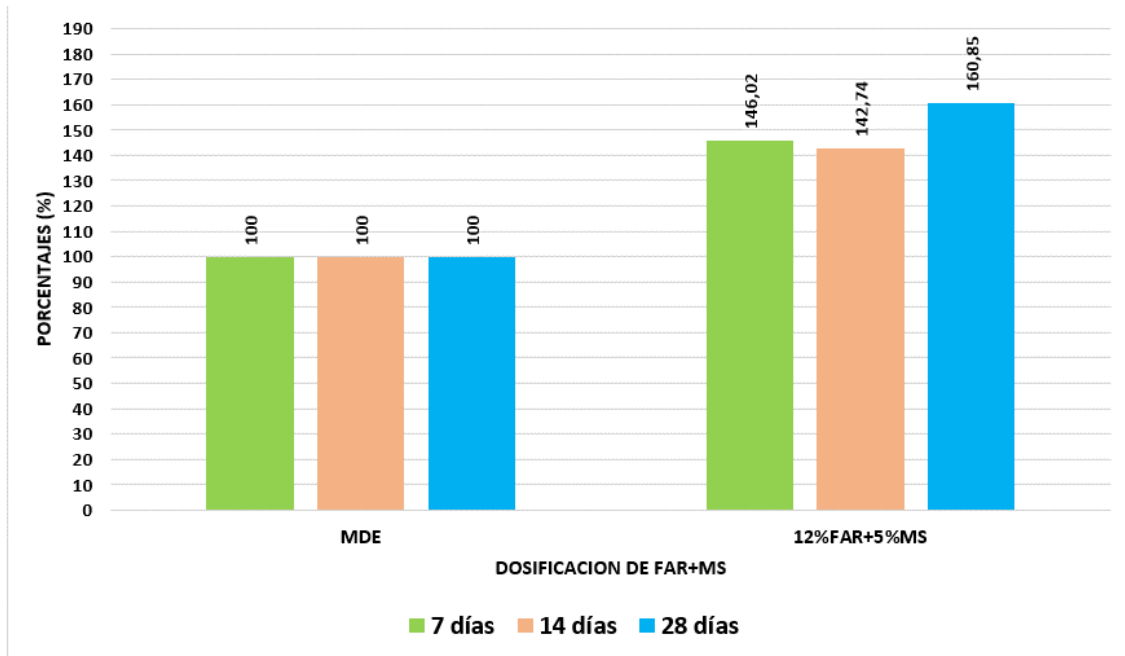


Según la figura anterior se puede observar

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $52.40 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 146.02 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2} \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 46.02% de la resistencia a flexión.

**Figura 74**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD3(12% FAR + 5% MS)*



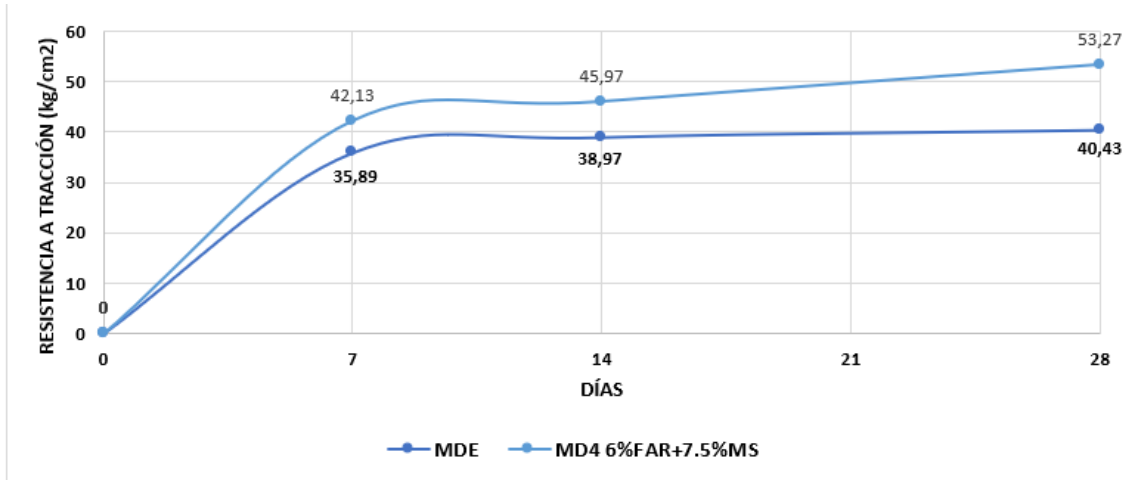
El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $55.62 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 142.74% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 42.74%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $65.04 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 160.85 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 60.85%.



**Figura 75**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)*

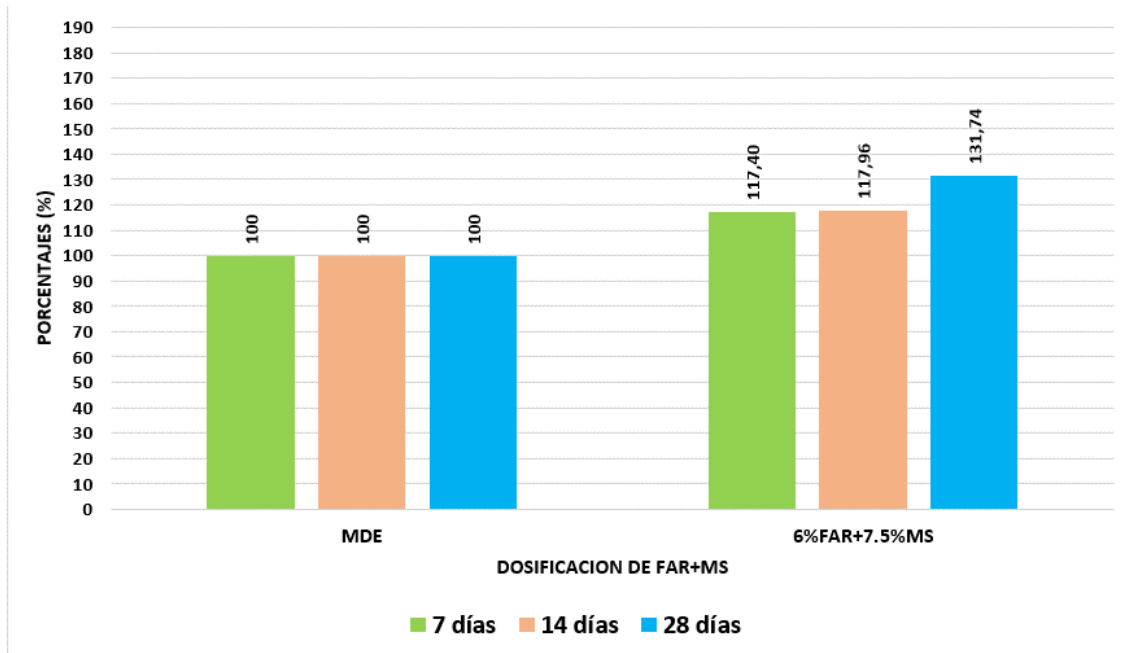


Según la figura anterior se puede observar

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de micro sílice luego de 7 días es de  $42.13 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 117.40 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2} \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 17.40% de la resistencia a flexión.

**Figura 76**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD4(6% FAR + 7.5% MS)*

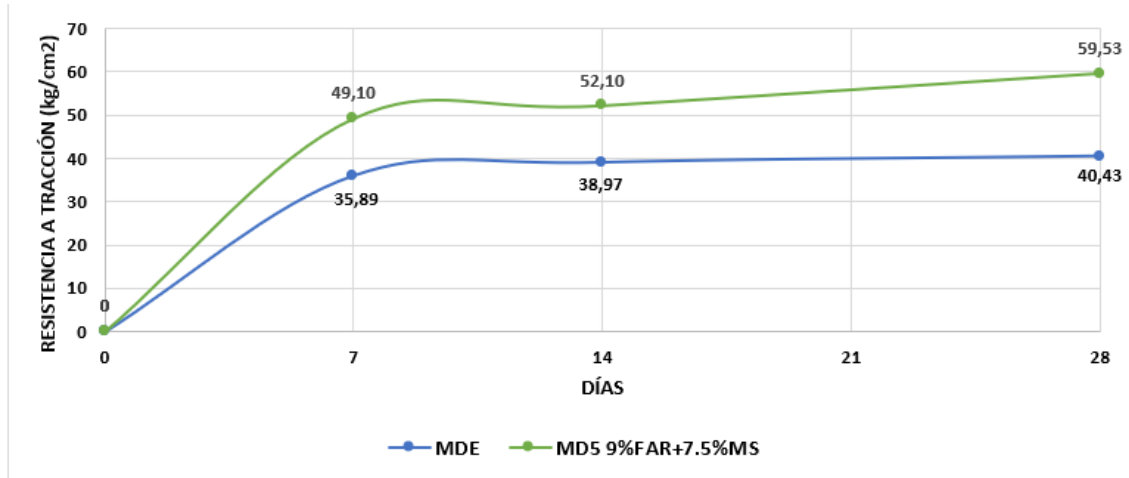


El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $45.97 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 117.96 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 17.96%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de micro sílice luego de 28 días es de  $53.27 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 131.74 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 31.74%.

**Figura 77**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)*

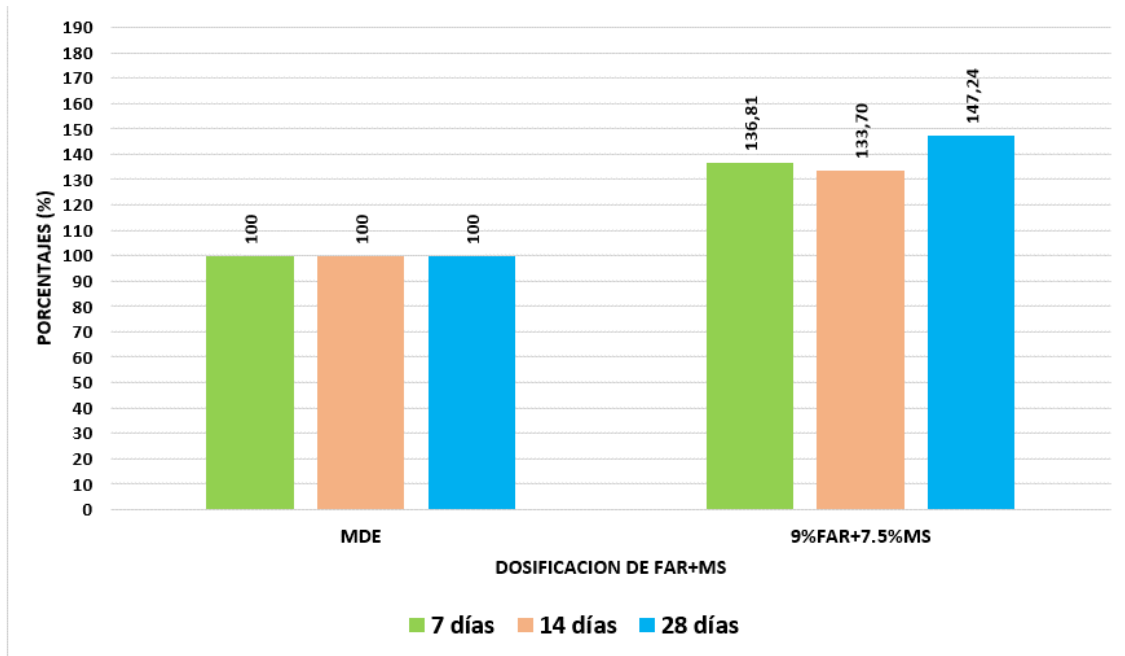


Según la figura anterior se puede observar

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $49.10 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 136.81 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 36.81% de la resistencia a flexión.

**Figura 78**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD5(9% FAR + 7.5% MS)*

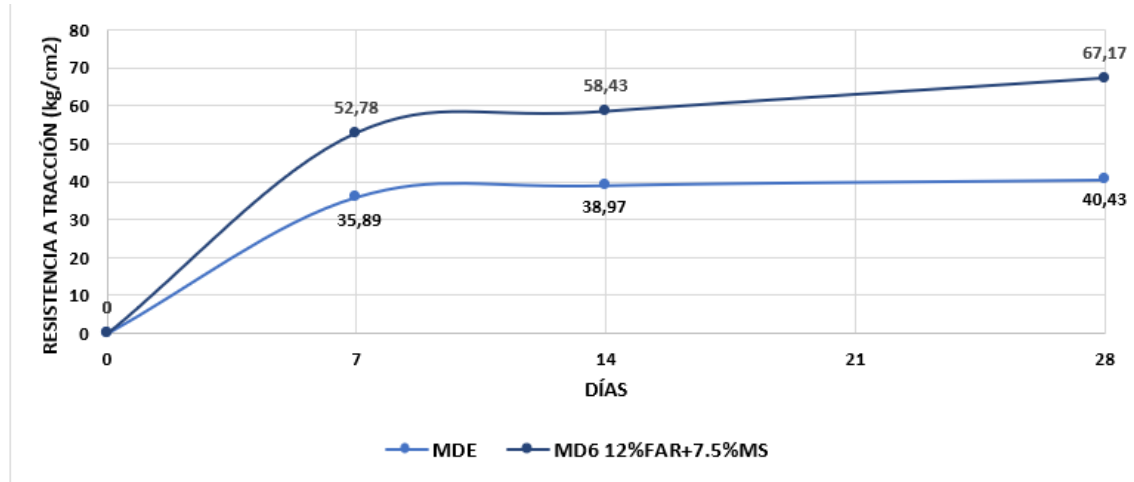


El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $52.10 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 133.70% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 33.70%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $59.53 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 147.24% con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 47.24%.

**Figura 79**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)*

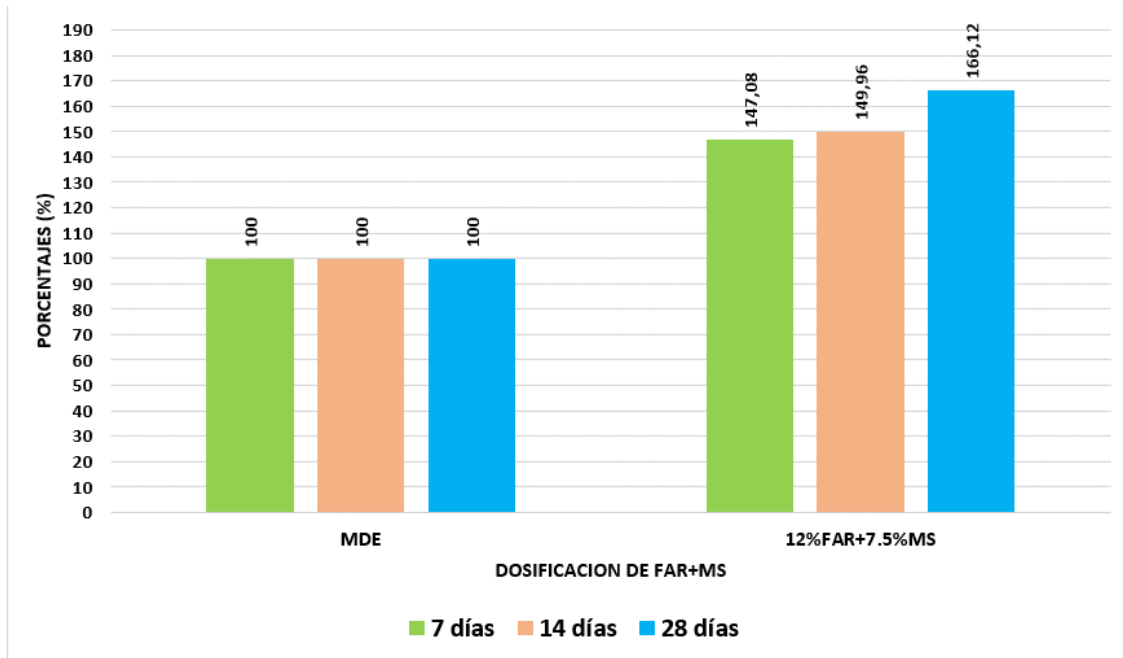


Según la figura anterior se puede observar:

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 7 días es de  $52.78 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 147.08 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 47.08% de la resistencia a flexión.

**Figura 80**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD6(12% FAR + 7.5% MS)*

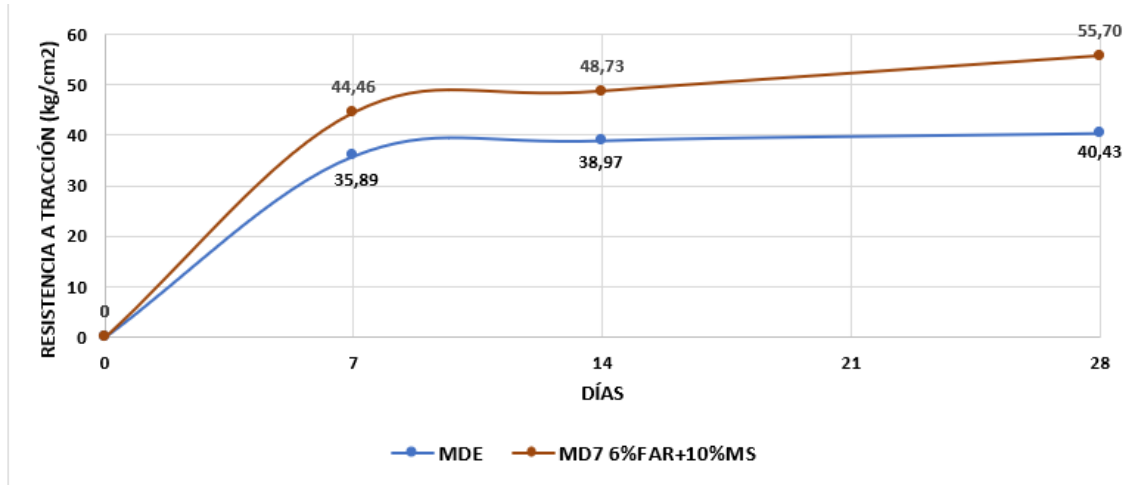


El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 14 días es de  $58.43 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 149.96% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 49.96%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílíce luego de 28 días es de  $67.17 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 166.12 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 66.12%.

**Figura 81**

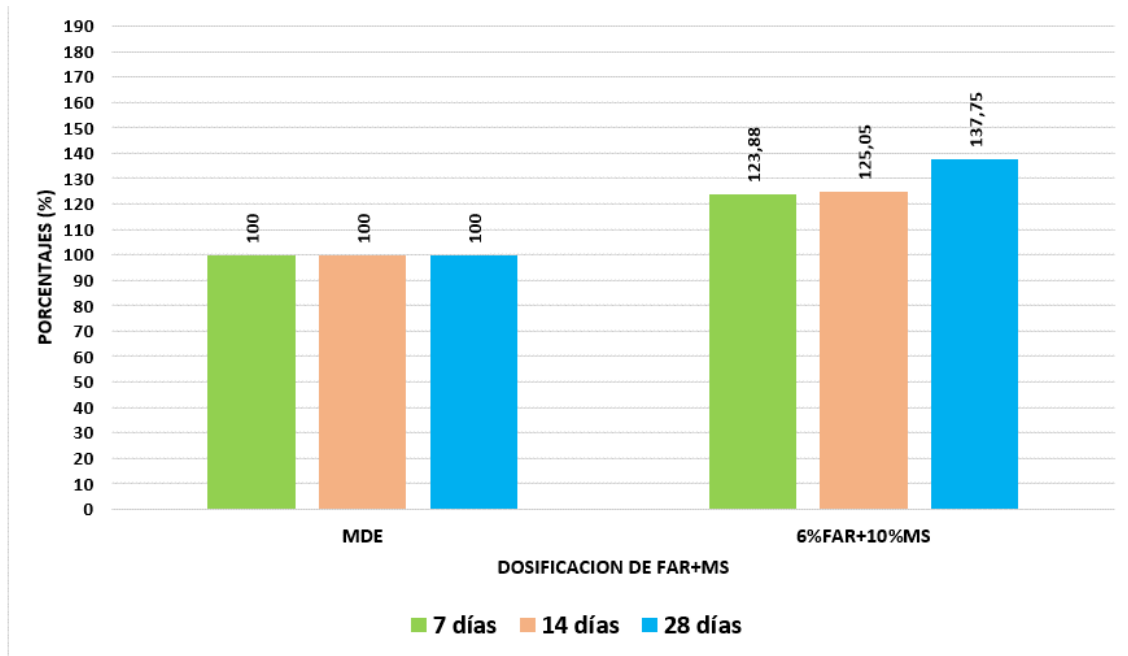
*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)*



El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce luego de 7 días es de  $44.46 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 123.88 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 23.88% de la resistencia a flexión.

**Figura 82**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD7(6% FAR + 10% MS)*



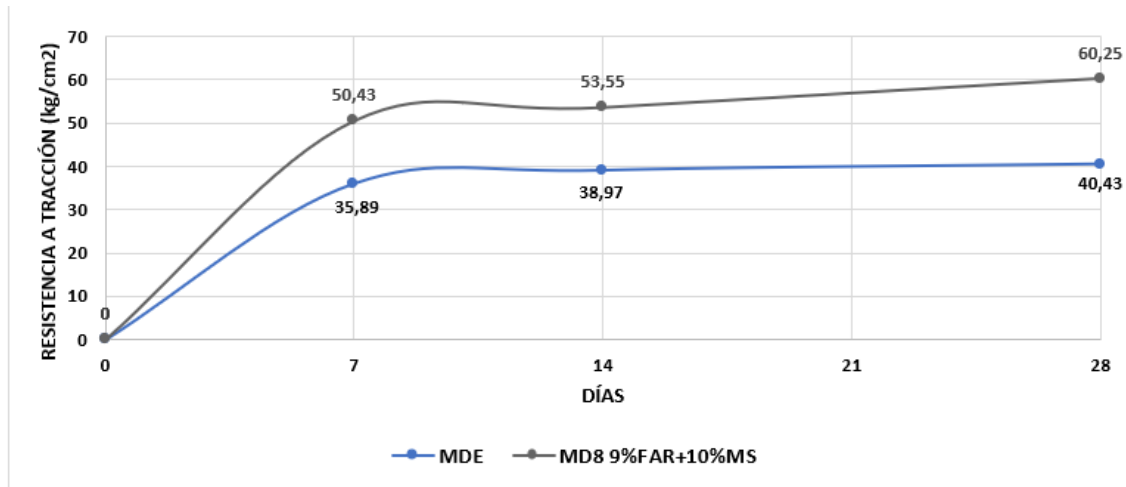
El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10 % de microsílíce luego de 14 días es de  $48.73 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 125.05 % en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 25.05%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 6% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10 % de microsílíce luego de 28 días es de  $55.70 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 137.75 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 37.75%.



**Figura 83**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD8 (9% FAR + 10% MS)*

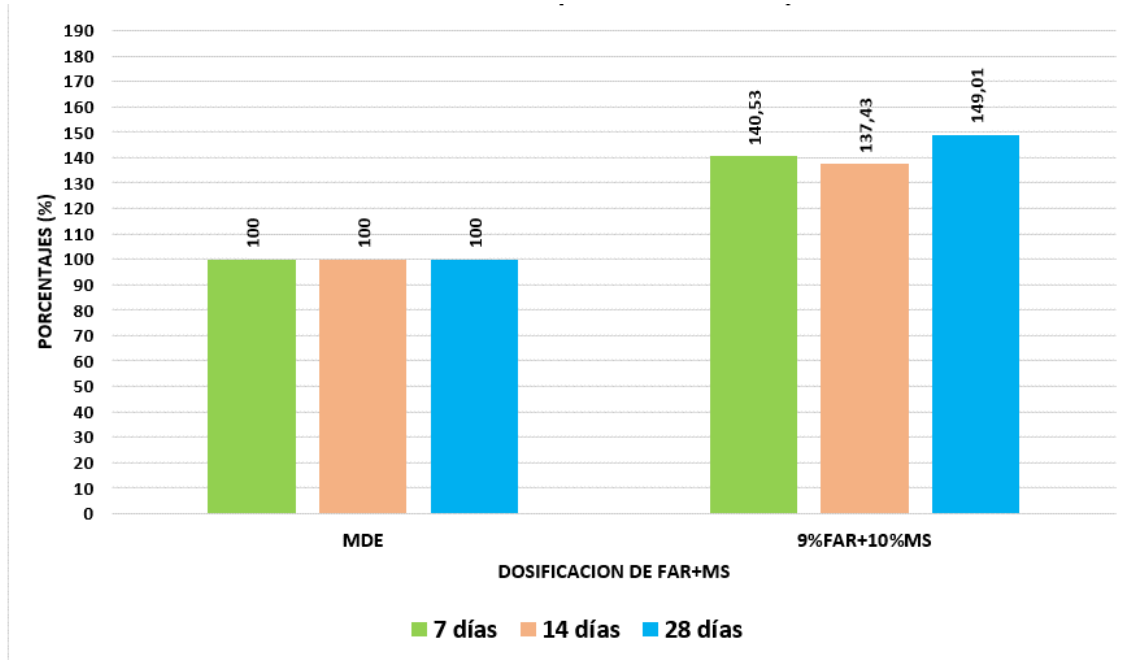


Según la figura anterior se puede observar

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10% de microsílíce luego de 7 días es de  $50.43 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 140.53 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 40.53% de la resistencia a flexión.

**Figura 84**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD8(9% FAR + 10% MS)*

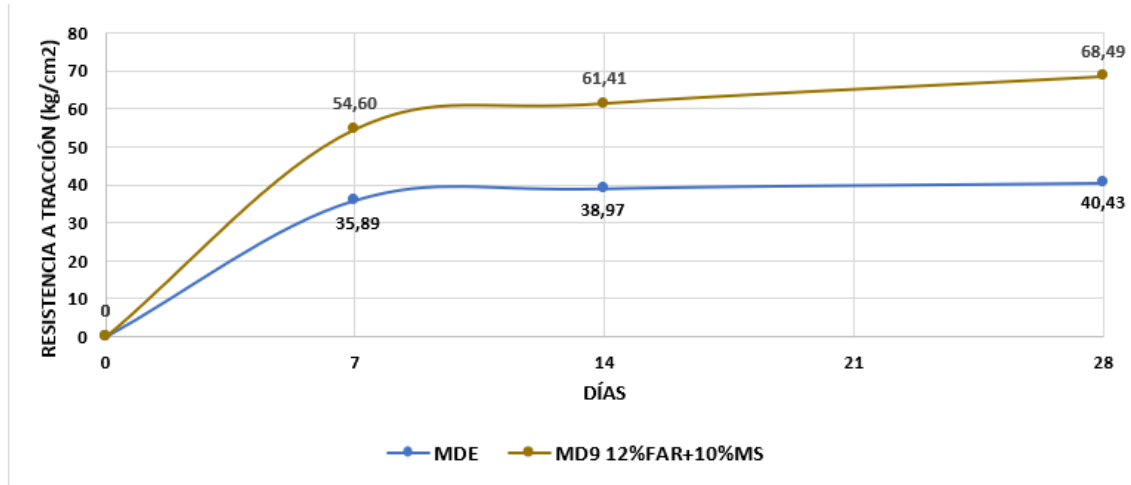


El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10% de microsílíce luego de 14 días es de  $53.55 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 137.43% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 37.43%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico al incorporar el 9% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10 % de microsílíce luego de 28 días es de  $60.25 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 149.01 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 49.01%.

**Figura 85**

*Comparación de la resistencia a la flexión: MDE – MD9 (12% FAR + 10% MS)*

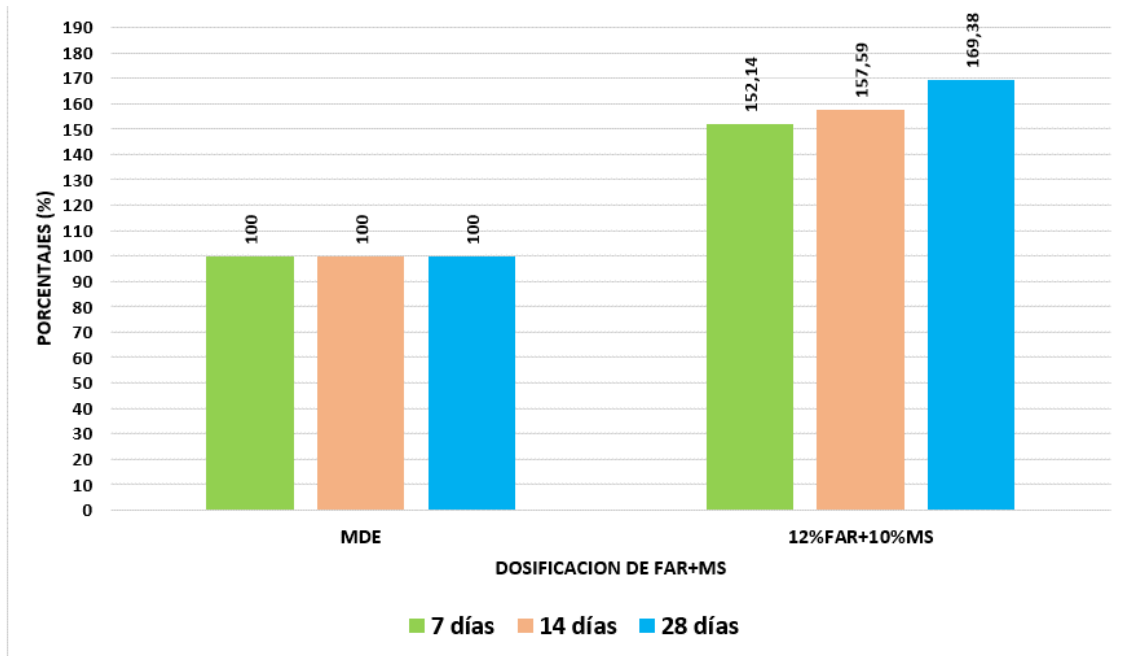


Según la figura anterior se puede observar:

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico con la adición de 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10 % de microsílce luego de 7 días es de  $54.60 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 152.14 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $35.89 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, hubo un aumento del 52.14% de la resistencia a flexión.

**Figura 86**

*Comparación de la resistencia a flexión en porcentajes: MDE – MD9(12% FAR + 10% MS)*



El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico con la adición de 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % de microsílce luego de 14 días es de  $61.41 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 157.59% en comparación la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $38.97 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumento un 57.59%.

El  $M^r$  promedio del hormigón hidráulico con la adición de 12% de fibras de acero reciclado de neumáticos + 10 % de micro sílice luego de 28 días es de  $68.49 \frac{Kg}{cm^2}$  y corresponde al 169.38 % con respecto a la resistencia que se obtuvo del concreto estándar ( $40.43 \frac{Kg}{cm^2}$ ). En consecuencia, la resistencia a flexión aumentó un 69.38%.

#### **4.1.9. Diseño del Pavimento Rígido**

##### **4.1.9.1. Cálculo del espesor de losa del concreto patrón MDE.**

Se calculará el espesor de losa de pavimento rígido del concreto patrón (MDE) y de un concreto reforzado con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsíllice, para el cual se usará la muestra MD3 (12%FRA+5%MS) y se determinará elasticidad del concreto ( $E_c$ ) y el módulo de rotura ( $M_r$ ), utilizando el programa de la metodología AASHTO 93 V.2, para ello utilizaremos los datos de los parámetros de diseño reales que se tomaron del estudio realizado en la Av. Javier Pérez de Cuellar, de la prog. Km 0+000 a la prog. Km 0+998 margen derecha con un ancho de 7.3 m.

Los datos de los parámetros de diseño son datos reales que se tomaron del expediente técnico aprobado de la pavimentación de la Av. Javier Pérez de Cuellar Ayacucho y se plasman en la siguiente tabla.

Se utilizaron datos del concreto patrón MDE como la resistencia a compresión ( $f'_c$ ) para poder calcular la elasticidad del concreto, también se utilizó el módulo de rotura, estos datos expresados en (psi)  $E_c = 4065525.61 \text{ psi}$ ,  $M_r = 575.05 \text{ psi}$

**Tabla 53**

*Datos de los parámetros de diseño de la Av. Javier Pérez de Cuellar para el concreto patrón*

*MDE*

<b>DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON AASHTO 1993</b>			
<b>Datos necesarios para el diseño</b>	<b>Und.</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripcion</b>
Periodo de diseño (años)		20	Debe ser como mínimo según el Manual de carreteras del MTC (2014).
Numero previsto de ejes equivalentes (W18)		19123522	Este valor se obtuvo de acuerdo al tránsito que circula en la Avenida Perez de Cuellar
Indice de serviciabilidad final (pt)		3	El índice de capacidad de servicio actual es un sistema de calificación. El rango de evaluación de la vía va desde 0 (imposible de transitar) y 5 (acera perfecta).
Indice de serviciabilidad inicial (pi)		4.5	El índice de capacidad de servicio actual es un sistema de calificación. El rango de evaluación de la vía va desde 0 (imposible de transitar) y 5 (acera perfecta).
Factor de confiabilidad ( R )	%	90	Recomendado para vias principales
Factor (Zr)		-1.282	Parametro para correccion de resultado por confiabilidad
Desviacion estandar normal (So)		0.35	Factor de seguridad que equivale a incrementar en una proporcion el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño
Resistencia a compresion del concreto (F'c)	kg/cm2	<b>357.67</b>	Resistencia a compresion del concreto MDE
Resistencia a compresion del concreto (F'c)	psi	5087.26	
Módulo de elasticidad del concreto (Ec )	psi	4065525.61	
Módulo de rotura del concreto (Mr)	kg/cm2	<b>40.43</b>	Resistencia a flexion del concreto MDE
Módulo de rotura del concreto (Mr)	psi	575.05	
Módulo de reaccion de la subrasante (K)	psi	160	Dato que se obtiene a partir de un CBR de 7%
Coefficiente de transferencia de carga (J)		2.7	Valor que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas
Coefficiente de drenaje (Cd)		1	El coeficiente es función de las principales condiciones de drenaje y de la precipitación media anual.

Al contar con los datos de los parámetros insertamos al programa de la metodología AASHTO 93 V.2, para el cálculo del espesor de la losa del concreto estándar MDE.

**Figura 87**

*Cálculo del espesor de losa del concreto patrón MDE (0%FAR+0%MS)*

Tipo de Pavimento		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	
<input type="radio"/> Pavimento flexible	<input checked="" type="radio"/> Pavimento rígido	90 % Zr=-1.282	So = 0.35
Serviciabilidad inicial y final		Módulo de reacción de la subrasante	
PSI inicial	PSI final	k	pci
4.5	3	160	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	4065525.61	Coeficiente de transmisión de carga - (J)	2.7
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	575.05	Coeficiente de drenaje - (Cd)	1
Tipo de Análisis		Espesor de losa (plg)	
<input checked="" type="radio"/> Calcular D	W18 = 19123522	D =	11.4
<input type="radio"/> Calcular W18			

Al procesar los datos de los parámetros en el programa de la metodología AASHTO 93, obtenemos un espesor de losa  $D=11.4''$  que es equivalente a  $28.956 \text{ cm} \cong 29 \text{ cm}$ .

#### **4.1.9.2. Cálculo del espesor de losa del concreto reforzado MD3(12%FAR+5%MS).**

Los datos de los parámetros de diseño son datos reales que se tomaron del expediente técnico de la pavimentación de la Av. Javier Pérez de Cuellar Ayacucho y se plasman en la siguiente tabla.

Se utilizaron datos del concreto patrón MD3 como la resistencia a compresión  $f'_c$ , para poder calcular la elasticidad del concreto, también se utilizó el módulo de rotura, estos datos expresados en (psi)  $E_c = 4372277.38 \text{ psi}$ ,  $Mr = 925.09 \text{ psi}$

**Tabla 54**

*Datos de los parámetros de diseño de la Av. Javier Pérez de Cuellar para la muestra MD3*

<b>DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON AASHTO 1993</b>			
<b>Datos necesarios para el diseño</b>	<b>Und.</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripcion</b>
<b>Periodo de diseño (años)</b>		20	Debe ser como mínimo según el Manual de carreteras del MTC (2014)
<b>Numero previsto de ejes equivalentes (W18)</b>		19123522	Este valor se obtuvo de acuerdo al transito que circula en la Avenida Perez de Cuellar
<b>Indice de serviciabilidad final (pt)</b>		3	El índice de capacidad de servicio actual es un sistema de calificación. El rango de evaluación de la vía va desde 0 (imposible de transitar) y 5 (acera perfecta).
<b>Indice de serviciabilidad inicial (pi)</b>		4.5	El índice de capacidad de servicio actual es un sistema de calificación. El rango de evaluación de la vía va desde 0 (imposible de transitar) y 5 (acera perfecta).
<b>Factor de confiabilidad ( R )</b>	%	90	Recomendado para vias principales
<b>Factor (Zr)</b>		-1.282	Parametro para correccion de resultado por confiabilidad
<b>Desviacion estandar normal (So)</b>		0.35	Factor de seguridad que equivale a incrementar en unaa proporcion el transito previsto a lo largo del periodo de diseño
<b>Resistencia a compresion del concreto (F'c)</b>	kg/cm2	<b>413.68</b>	Resistencia a compresion del concreto MD3
<b>Resistencia a compresion del concreto (F'c)</b>	psi	5883.91	
<b>Modulo de elasticidad del concreto (Ec )</b>	psi	4372277.38	
<b>Modulo de rotura del concreto (Mr)</b>	kg/cm2	<b>65.04</b>	Resistencia a flexion del concreto MD3
<b>Modulo de rotura del concreto (Mr)</b>	psi	925.09	
<b>Modulo de reaccion de la subrasante (K)</b>	psi	160	Dato que se obtiene a partir de un CBR de 7%
<b>Coefficiente de transferencia de carga (J)</b>		2.7	Valor que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas
<b>Coefficiente de drenaje (Cd)</b>		1	El coeficiente es función de las principales condiciones de drenaje y de la precipitación media anual.

Al contar con los datos de los parámetros insertamos al programa de la metodología AASHTO 93 V.2, para el cálculo del espesor de la losa del concreto estándar MD3.



**Figura 88**

*Cálculo del espesor de losa del concreto MD3 (12%FAR+5%MS)*

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and buttons. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento rígido" selected. "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" shows "Reliability (R)" as a dropdown and "So" as 0.35. "Serviciabilidad inicial y final" shows "PSI inicial" as 4.5 and "PSI final" as 3. "Módulo de reacción de la subrasante" shows "k" as 160 pci. The "Información adicional para pavimentos rígidos" section includes "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)" as 4372277.38, "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)" as 925.09, "Coeficiente de transmisión de carga - (J)" as 2.7, and "Coeficiente de drenaje - (Cd)" as 1. The "Tipo de Análisis" section has "Calcular D" selected, showing "W18 =" and a value of 19123522. The "Espesor de losa (plg)" section shows "D =" and a value of 7.4. At the bottom, there are "Calcular" and "Salir" buttons.

Al procesar los datos de los parámetros en el programa de la metodología AASHTO-93, obtenemos un espesor de losa  $D=7.4''$  que es equivalente a  $18.796 \text{ cm} \cong 19 \text{ cm}$ .

#### **4.1.10. Análisis de Costos Unitarios**

##### **Análisis de costos unitarios de fibras de acero reciclado de neumáticos (FAR)**

Los neumáticos en desuso se recolectaron en las diversos partes de la ciudad de huamanga ya que son parte de desechos y los costos que se generaron se detallan a continuación.

**Tabla 55***Costos de mano de obra, equipo y rendimiento*

Descripcion	Und.	Para 8h de trabajo	Para 1h de trabajo
Operario para extraccion de FAR y cortado de 6cm	S/.	134	16.75
Alquiler de disco	S/.	15	
Fibras extraidas y cortadas en 8h de trabajo	kg	25	3.13

**Tabla 56***Costo para generar 1kg de fibra de acero reciclado de neumáticos*

	Costo S/.	FAR (kg)
<b>Operario</b>	16.75	3.13
	X	1
	<b>X=</b>	<b>5.36</b>
	Costo S/.	FAR (kg)
<b>Disco de corte</b>	15	25
	X	1
	<b>X=</b>	<b>0.6</b>

**Tabla 57***Costo total de 1kg de fibra de acero reciclado de neumáticos*

Descripcion	Precio en S/.
Operario	5.36
Disco de corte	0.6
<b>Total en 1kg</b>	<b>5.96</b>

**Análisis de Costos Unitarios del Microsílice.**

El Microsílice se compró de la casa de aditivos Chema Fume que viene con un peso de 25 kg.

**Tabla 58***Costo total de 1kg de Microsílice*

<b>Descripcion</b>	<b>Und</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
Microsilice	kg	25	320
Microsilice	kg	1	12,8

De la tabla podemos ver que el costo de 1 kg de Microsílice es de S/. 12.8, ya teniendo el costo de las fibras de acero reciclado de llantas y Microsilice por un kilogramo, podemos determinar el costo por m<sup>3</sup> de acuerdo a la cantidad de estos aditivos que se incorporan al concreto según el diseño de mezcla.

**Tabla 59***Costo total de fibra de acero reciclado de neumáticos (FAR) y Microsílice por m<sup>3</sup>*

<b>Descripcion</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Fibra de acero reciclado (FAR)	kg	52.790	5.960	314.628
Microsilice	kg	21.996	12.800	281.549
<b>Costo total de fibra de acero reciclado (FAR) y microsilice por m<sup>3</sup> de concreto</b>				<b>596.177</b>

**Análisis de costos unitarios del concreto estándar MDE (0%FAR+0%MS).**

Se usó el análisis de costos unitarios de la subpartida concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> que pertenece a la partida del pavimento rígido del proyecto: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO”, los datos del proyecto se usaron para calcular el espesor de la losa de pavimento rígido.

**Tabla 60**

*Análisis de costos unitarios para un concreto patrón  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Partida	01.05.06	CONCRETO $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3			354.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.9998	0.1333	23.12	3.08	
0101010003	OPERARIO	hh	0.9998	0.1333	20.10	2.68	
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.4000	16.51	6.60	
0101010005	PEON	hh	8.0003	1.0667	14.85	15.84	
							<b>28.20</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	28.20	1.41	
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	3.0000	0.4000	5.66	2.26	
							<b>3.67</b>
<b>Subpartidas</b>							
010713000103	CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	m3		1.0000	322.15	322.15	
							<b>322.15</b>

El costo total para 1m<sup>3</sup> de concreto es de S/. 354.02.

**Costo total del pavimento por metro lineal y por todo el tramo de la Av. Javier Pérez de Cuellar  
utilizando un concreto estándar MDE**

Se utilizarán los datos calculados de los costos del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  por 1m<sup>3</sup>, también se debe considerar las siguientes dimensiones del pavimento rígido:

Largo = 1 m

Ancho = 7.30 m

Espesor = 0.29 m calculado con el programa de la metodología AASHTO 93 V.2

**Tabla 61**

*Costo total por metro lineal y tramo total de 998m, utilizando concreto estándar MDE*

Descripcion	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Parcial (m3)	Costo 1m3 de concreto (S/.)	Costo total (S/.)
Concreto estandar f'c=280kg/cm2 para 1m lineal	1	7.3	0.29	2.12	354.02	749.460
<b>Tramo total de la Av. Perez de Cuellar</b>	998	7.3	0.29	2112.77	354.02	<b>747961.419</b>

**Costo total del pavimento por metro lineal y por todo el tramo de la Av. Javier Pérez de Cuellar utilizando un concreto MD3 (12%FAR+5%MS)**

Se utilizarán los datos calculados de los costos de FAR, Microsílice y del concreto f'c=280 kg/cm2 por 1m3, también se debe considerar las siguientes dimensiones del pavimento rígido:

Largo = 1 m

Ancho = 7.30 m

Espesor = 0.19 m calculado con el programa de la metodología AASHTO 93 V.2

**Tabla 62**

*Costo total por metro lineal y tramo total de 998m, utilizando concreto reforzado MD3 (12%FAR+5%MS)*

Descripcion	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Parcial (m3)	Costo 1m3 de concreto (S/.)	Costo total (S/.)
Concreto estandar	1	7.3	0.19	1.39	354.020	491.03
12%FAR+5%MS	1	7.3	0.19	1.39	596.177	826.90
<b>Total por 1m lineal</b>						<b>1317.924</b>
Concreto estandar	998	7.3	0.19	1384.23	354.020	490043.6885
12%FAR+5%MS	998	7.3	0.19	1384.226	596.177	825243.9808
<b>Total de la Av. Perez de Cuellar</b>						<b>1315287.669</b>

**Comparación de costos de losa de pavimento rígido entre concreto patrón MDE (0%FAR+0%MS) y MD3 (12%FAR+5%MS)**

**Tabla 63**

*Comparación de costos de concreto patrón MDE y el concreto reforzado MD3*

<b>Descripcion</b>	<b>Costo de concreto MDE (S/.)</b>	<b>Costo de concreto MD3 (12%FAR+5%MS) (S/.)</b>	<b>Diferencia de costos entre MDE Y MD3 (S/.)</b>	<b>Ahorro (%)</b>
Concreto estandar f'c=280kg/cm2 para 1m lineal	749.460	1317.924	568.463	175.85
<b>Tramo total de la Av. Perez de Cuellar</b>	747961.419	1315287.669	567326.250	175.85

Al comparar los costos de una losa de pavimento de concreto estándar MDE f'c =280 kg/cm2 con un concreto con refuerzo de fibras de acero reciclado de neumáticos y Microsílice, esta resulta ser un 75.85 % más costoso, no obstante, la losa de pavimento rígido con refuerzo de fibras de acero de neumático y Microsílice resulta ser más durable a largo plazo ya que sus propiedades mecánicas (compresión, tracción y flexión) son mucho más elevadas que las de un concreto estándar y con ello podemos decir que tenemos un pavimento con mayor durabilidad.

## 4.2. Prueba de Hipótesis

### 4.2.1. Prueba de hipótesis para la resistencia a Compresión

PRIMERO. Formulamos la hipótesis de la investigación

Ho: La incorporación de FAR y MS al concreto, no influye de manera significativa en la resistencia a compresión, respecto a un patrón  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

Ho:  $\mu_1 = \mu_2$

Ha: La incorporación de FAR y MS al concreto, influye de manera significativa en la resistencia a compresión, respecto a un patrón  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

Ha:  $\mu_1 \neq \mu_2$

SEGUNDO. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  , los datos provienen de una distribución normal ya que se corrobora con el software SPSS estadístico.

TERCERO. Para la constatación de la hipótesis se utilizará la distribución “t” de student-Welch, con varianzas distintas o desiguales que no existe evidencia para poder asumir una igualdad entre ellos (muestras pequeñas) por ello se tiene:

- Prueba “T” Student-Welch
- Nivel de confianza 95%
- Probabilidad de error 5%

CUARTO. Para el uso de la prueba estadística T student- Welch, se requiere calcular dos parámetros de suma importancia (grados de libertad y T crítico).

Para los grados de libertad se utiliza lo siguiente.

$$G.L = \frac{\left(\frac{\sigma^2_1}{N_1} + \frac{\sigma^2_2}{N_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{\sigma^2_1}{N_1}\right)^2}{(N_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{\sigma^2_2}{N_2}\right)^2}{(N_2 - 1)}}$$

Para el “T” crítico se utiliza lo siguiente.

$$T_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma^2_1}{N_1} + \frac{\sigma^2_2}{N_2}}}$$

Donde:

$\sigma^2_1$  : Es la varianza de la muestra uno

$N_1$  : Número de datos de la muestra

$\bar{X}_1$  : Media de la muestra








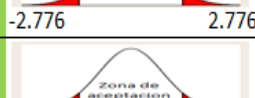



QUINTO. En esta etapa se realiza la toma de decisión y para ello nos basamos en las reglas de decisión del método y son lo siguiente:

- Ho: Se rechaza cuando  $T_c > T_t$  y por ende se acepta la hipótesis alternativa “Ha”.
- Ho: Se acepta la hipótesis cuando  $T_c < T_t$ , y por ende se rechaza la hipótesis alternativa “Ha”



**Tabla 64**

*Resumen de cálculos de la prueba de hipótesis de las muestras a compresión (MD1 al MD9)*

Tipo de muestra	Muestra (M1)	Muestra (M2)	Muestra (M3)	Numero de muestras (N)	Media ( $\bar{X}$ )	Varianza ( $\sigma^2$ )	Grados de libertad	$T_t$	Grafica	$T_c$	Regla	Decision
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	4	2.776		4.966	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD1 (6%FAR+5%MS)	389.33	400.71	410.68	3	400.24	114.121	4	2.776		6.933	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	4	2.776		6.933	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD2 (9%FAR+5%MS)	415.62	410.11	400.7	3	408.81	56.919	4	2.776		6.933	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	3	3.182		5.096	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD3 (12%FAR+5%MS)	430.75	399.01	411.29	3	413.68	256.153	3	3.182		5.096	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	3	3.182		3.797	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD4 (6%FAR+7.5%MS)	459.89	490.07	407.18	3	452.38	1759.988	3	3.182		3.797	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	3	3.182		7.864	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD5 (9%FAR+7.5%MS)	460.86	440.73	481.29	3	460.96	411.286	3	3.182		7.864	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	3	3.182		8.099	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD6 (12%FAR+7.5%MS)	491.86	448.39	470.20	3	470.15	472.412	3	3.182		8.099	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	3	3.182		15.352	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD7 (6%FAR+10%MS)	579.18	568.86	614.23	3	587.42	565.574	3	3.182		15.352	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	4	2.776		25.584	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD8 (9%FAR+10%MS)	579.52	599.6	601.55	3	593.56	148.722	4	2.776		25.584	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MDE	358.90	346.80	367.31	3	357.67	106.300	4	2.776		28.798	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$
MD9 (12%FAR+10%MS)	598.19	612.87	620.11	3	610.39	124.734	4	2.776		28.798	$T_c > T_t$	Se rechaza $H_0$

De la anterior tabla podemos concluir que:

- Para la muestra MD1 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD2 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD3 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD4 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho”
- Para la muestra MD5 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD6 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD7 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD8 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD9 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”

#### **4.2.2. Prueba hipótesis para la resistencia a Tracción**

Formulamos la hipótesis de la investigación

Ho: La incorporación de FAR y MS al concreto, no influye de manera significativa en la resistencia a tracción, respecto a un patrón  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.









$$Ho: \mu_1 = \mu_2$$

Ha: La incorporación de FAR y MS al concreto, influye de manera significativa en la resistencia a tracción, respecto a un patrón  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

$$Ha: \mu_1 \neq \mu_2$$

**Tabla 65**

*Resumen de cálculos de la prueba de hipótesis de las muestras a tracción (MD1 al MD9)*

Tipo de muestra	Muestra (M1)	Muestra (M2)	Muestra (M3)	Numero de muestras (N)	Media ( $\bar{X}$ )	Varianza ( $\sigma^2$ )	Grados de libertad	$T_t$	Grafica	$T_c$	Regla	Decision
MDE	28.35	33.78	31.19	3	31.11	7.376	4	2.776		1.514	$T_c > T_t$	Se acepta Ho
MD1 (6%FAR+5%MS)	31.90	34.18	37.53	3	34.54	8.020	3	3.182		1.608	$T_c > T_t$	Se acepta Ho
MDE	28.35	33.78	31.19	3	31.11	7.376	4	2.776		4.199	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD3 (12%FAR+5%MS)	40.34	39.89	46.53	3	42.25	13.768	4	2.776		1.819	$T_c > T_t$	Se acepta Ho
MDE	28.35	33.78	31.19	3	31.11	7.376	3	3.182		3.319	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD5 (9%FAR+7.5%MS)	36.00	36.57	39.21	3	37.26	2.933	4	2.776		5.574	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MDE	28.35	33.78	31.19	3	31.11	7.376	4	2.776		2.358	$T_c > T_t$	Se acepta Ho
MD7 (6%FAR+10%MS)	33.81	36.87	40.88	3	37.19	12.571	4	2.776		4.971	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MDE	28.35	33.78	31.19	3	31.11	7.376	4	2.776		5.259	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD9 (12%FAR+10%MS)	41.22	45.18	48.57	3	44.99	13.533	4	2.776				

De la anterior tabla podemos concluir que:

- Para la muestra MD1 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C < T_t$ , entonces aceptamos la hipótesis nula “Ho” y rechazamos la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD2 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C < T_t$ , entonces aceptamos la hipótesis nula “Ho” y rechazamos la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD3 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD4 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C < T_t$ , entonces aceptamos la hipótesis nula “Ho” y rechazamos la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD5 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD6 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD7 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C < T_t$ , entonces aceptamos la hipótesis nula “Ho” y rechazamos la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD8 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD9 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”

#### **4.2.3. Prueba de hipótesis para la resistencia a Flexión**

Formulamos la hipótesis de la investigación

Ho: La incorporación de FAR y MS al concreto, no influye de manera significativa en la resistencia a flexión, respecto a un patrón  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .










Ho:  $\mu_1 = \mu_2$

Ha: La incorporación de FAR y MS al concreto, influye de manera significativa en la resistencia a flexión, respecto a un patrón  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Ha:  $\mu_1 \neq \mu_2$

**Tabla 66**

*Resumen de cálculos de la prueba de hipótesis de las muestras a flexión (MD1 al MD9)*

Tipo de muestra	Muestra (M1)	Muestra (M2)	Muestra (M3)	Numero de muestras (N)	Media ( $\bar{X}$ )	Varianza ( $\sigma^2$ )	Grados de libertad	$T_t$	Gráfica	$T_c$	Regla	Decision
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776		3.971	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD2 (6%FAR+5%MS)	56.30	51.15	48.98	3	52.14	14.136	3	3.182		5.756	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776		7.183	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD2 (9%FAR+5%MS)	58.90	60.28	53.16	3	57.45	14.258	3	3.182		3.577	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	3	3.182		8.561	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD3 (12%FAR+5%MS)	60.15	65.17	69.79	3	65.04	23.246	3	3.182		10.029	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	3	3.182		4.269	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD4 (6%FAR+7.5%MS)	58.24	47.93	53.63	3	53.27	26.673	3	3.182		7.785	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776		7.851	$T_c > T_t$	Se rechaza Ho
MD5 (9%FAR+7.5%MS)	57.63	59.97	61.00	3	59.53	2.982	3	3.182				
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776				
MD6 (12%FAR+7.5%MS)	67.14	64.12	70.24	3	67.17	9.364	4	2.776				
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776				
MD7 (6%FAR+10%MS)	56.82	50.09	60.18	3	55.70	26.398	4	2.776				
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776				
MD8 (9%FAR+10%MS)	63.41	58.70	58.64	3	60.25	7.490	4	2.776				
MDE	37.11	40.18	44.01	3	40.43	11.951	4	2.776				
MD9 (12%FAR+10%MS)	73.51	63.25	68.70	3	68.49	26.351	4	2.776				

De la anterior tabla podemos concluir que:

- Para la muestra MD1 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD2 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD3 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD4 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces se rechaza hipótesis nula “Ho”
- Para la muestra MD5 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD6 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD7 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD8 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”
- Para la muestra MD9 con adición de FAR Y MS se concluye que  $T_C > T_t$ , entonces rechazamos la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “Ha”



### **4.3. Discusión de Resultados**

Al evaluar los efectos de la incorporación de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en el concreto, nos da como resultado, mejorando las propiedades mecánicas (resistencia a compresión, tracción y flexión), pero así mismo a mayor incorporación de FAR y MS disminuye la trabajabilidad del concreto hidráulico. Los ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas del concreto con la muestra MD9 (12%FAR+10% Microsílíce) dieron como resultado una resistencia a compresión de  $f'_c=610.39\text{kg/cm}^2$ , resistencia tracción de  $44.99\text{kg/cm}^2$  y resistencia a flexión o  $M'r=68.49\text{kg/cm}^2$  a los 28 días, en comparación al concreto estándar mejoraron en 70.66%, 44.63%, 69.38% respectivamente. Los resultados de las propiedades mecánicas del concreto se utilizaron para calcular el espesor de la losa de pavimento con la metodología AASTHO-93, con el concreto estándar se obtuvo un espesor de losa de 29 cm y con la muestra MD3 (12%FAR+5%MS) se obtuvo un espesor de losa de 19 cm, pero con mayor costo que la de un concreto estándar, a la vez se creó una losa de concreto sustentable con menor efectos ambientales negativos ya que se usaron materiales reciclado como FAR.

#### **4.3.1. Discusión 01**

Vaitkus et al. (2021) en su artículo científico menciona que las características de diseño se pueden incrementar significativamente densificando la mezcla de concreto, es decir, agregando humo de sílice, macro fibras de acero o polipropileno. Como las características del hormigón de alto rendimiento son entre un 20 y un 60% más altas que las del hormigón estándar (C30 / 37), aparecen nuevas posibilidades para reducir el espesor de las losas de pavimento de hormigón. De todas esas estructuras de pavimento, se determinaron tres mezclas de concreto como las más racionales en términos de reducción de espesor de PCP y costo total del pavimento: (i) con 49.5 kg / m<sup>3</sup> de fibras de acero y 25,2 kg / m<sup>3</sup> de humo de sílice.

Como se muestra, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los antecedentes de estudios recientes, puesto que la presente investigación al realizar incorporaciones de fibra de acero de neumáticos y microsílíce en el concreto, incrementa las propiedades mecánicas de esta, obteniendo un hormigón de alto rendimiento, no obstante, Vaitkus (2021) también menciona que se determinó una mezcla racional para la reducción de espesor de losa y costo total del pavimento de 49.5kg/cm<sup>3</sup> de fibras de acero y 25,2kg/m<sup>3</sup> de humo de sílice, estos porcentajes se asemejan a los determinados en la muestra MD3 (12% FAR+5MS), con esta muestra hubo una reducción de espesor de losa, pero un mayor costo de la losa de pavimento y por ende se está de acuerdo con lo antes mencionado.

#### **4.3.2. *Discusión 02***

Mastali et al. (2019), tuvo como objetivo principal realizar un análisis experimental, para examinar el efecto que produce sustituir cemento ordinario con cenizas volantes y humo de silicio sobre las características del concreto con refuerzo de fibras de acero de llantas. Se utilizaron fibras de acero reciclado en volúmenes de 0.5% y 1%, por otra parte, se utilizó cenizas volantes y humo de silicio en reemplazo del cemento ordinario en respecto a su peso 10%,20% y 40%. Concluyeron que la utilización de cenizas volantes y humo de silicio mejora las propiedades mecánicas y el impacto de la mezcla reforzada con fibras de neumáticos en desuso, esto afecta el comportamiento de extracción por fricción de las fibras. La adición de fibras en la mezcla mejora significativamente el comportamiento a flexión. El humo de sílice tuvo mayor impacto en la mejora de las propiedades en estado endurecido respecto a las cenizas volantes. La mayor mejora se dio al reemplazar el cemento clásico en un 40% con humo de silicio.

Como se muestra, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los antecedentes de estudios recientes, puesto que la presente investigación al realizar incorporaciones de fibra de acero

de neumáticos y microsilice en el concreto, mejoró notablemente las propiedades de mecánicas de esta, también se comparte lo mencionado por Mastali (2019). La adición de las fibras de acero mejora significativamente el comportamiento a flexión ya que al comparar la muestra MD3 (12%FAR+5%MS) y MD9(6%FAR+10MS) se obtuvieron resistencias a la flexión de 65.04kg/cm<sup>2</sup> y 55.70kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días respectivamente, con ello se evidencia que las fibras de acero influyen en el incremento de la resistencia a flexión, no obstante, la máxima dosificación de microsilice que se usó en la presente tesis fue de 10%.

#### **4.3.3. Discusión 03**

Accilio y Chancas (2020) en su tesis tuvo como objetivo principal realizar una evaluación de la influencia en el hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando fibras de acero y microsilíce. Para ello se definieron tres grupos con diferentes adiciones G1 fibra de acero 1% respecto al peso del hormigón y microsilíce 5% respecto al peso del cemento G2 fibra de acero 1.5% y microsilíce 7.5% G3 fibra de acero 2% y microsilíce 10%. Concluye que hay un ascenso en la resistencia a compresión a los 28 días, en el tercer grupo se obtuvo un  $f'c= 362 \text{ kg/cm}^2$  esto representa un incremento del 122% respecto al concreto patrón. En el grupo tres se verifico la resistencia a tracción de 45 kg/cm<sup>2</sup> que representa un incremento del 150% con relación al hormigón patrón, se utilizó el método radial. La resistencia a tracción por flexión en el grupo tres dio un valor de 55 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento del 167% con relación al hormigón patrón. Asimismo, la adición de fibra de acero y microsilíce reduce la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

Como se muestra, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los antecedentes de estudios recientes, compartiendo ideas parecidas con respecto a las dosificaciones aplicadas en el concreto a diferencia de que en nuestra investigación se aplicaron fibras de acero en relación al peso del cemento y se tuvo 9 grupos de estudio, no obstante la dosificación similar al G3 que hace

mención la investigación es MD9 (12%FAR+10MS) y se obtuvieron resistencias a compresión de  $f'c=610.39\text{kg/cm}^2$ , resistencia a tracción de  $44.99\text{ kg/cm}^2$  y resistencia a flexión de  $M'r=68.49\text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, teniendo un incremento de 70.66%, 44.63%, 69.38% respectivamente en comparación al concreto estándar, pero se redujo la trabajabilidad, así coincidiendo con lo dicho por Accilio y Chancas.

#### **4.3.4. *Discusión 04***

Gutiérrez y Vizarrata (2021), en su tesis tuvo como objetivo principal utilizar el acero reciclado proveniente de un neumático en desuso, como alternativa para aumentar la resistencia de losas de hormigón frente a los esfuerzos de flexo tracción, y así poder disminuir las fisuras por la acción de solicitaciones externas, en pavimentos rígidos. Se realizaron probetas cilíndricas prismáticas que fueron curadas en una poza por inmersión completa durante 3, 14 y 28 días, con la finalidad de analizar a evolución de la resistencia con el tiempo, las probetas fueron analizadas en sus distintas edades 3, 7 y 28 días. En base a los resultados que se obtuvieron hay un incremento de 48.1% del módulo de rotura a flexo tracción, esto implica que las fibras de acero tuvieron un efecto directo, el acero fue adicionado en longitudes de 45mm, su peso representa el 3% del concreto, esto brinda un aporte estructural a las losas de concreto. Se concluye que, utilizando acero reciclado en el concreto se puede conseguir losas con resistencia a flexo tracción y menor espesor que las losas convencionales.

Como se muestra, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los antecedentes de estudios recientes, coincidiendo en ideas respecto al uso de fibras de acero reciclado como adición para el concreto, incrementa la resistencia a tracción y flexión, en la presente investigación se utilizaron fibras de acero de llantas de 60mm, cuyo peso representa al 12% del cemento y esto se plasma en la muestra MD9 (12%FAR+10%MS). Los resultados de la muestra mencionada nos

dan un incremento en la tracción del 44.63% y 69.38% en la flexión respecto al concreto patrón, también se obtuvo un espesor de losa de 19 cm por la metodología AASTHO 93 y con ello se evidencia lo dicho por Gutierrez y Vizarrata, al usar acero reciclado se incrementa la flexión, tracción y reduce el espesor de las losas de pavimentos.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

##### 5.1.1. Conclusión general

En la presente tesis se analizó el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, al realizar dicho análisis se obtuvo mejoras considerables en las propiedades mecánicas del concreto  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (compresión, tracción, flexión); para posteriormente calcular el espesor de la losa con los datos de la muestra MD3 que genera un menor gasto económico, sin embargo a medida que se aumenta la proporción de estos aditivos disminuye la propiedad física (trabajabilidad), pero al utilizar fibras de acero reciclado de neumáticos ayuda a reducir los efectos ambientales negativos.

##### 5.1.2. Conclusiones específicas

- Se determinó el efecto de incorporar FAR y MS en las propiedades físico-mecánicas del concreto, para ello se realizaron 9 diseños de mezcla con incorporación de estos aditivos en % al peso del cemento, resultado así en la muestra MD9 (12%FAR+10MS) una resistencia a compresión  $f^c = 610.39 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia a tracción de  $44.99 \text{ kg/cm}^2$  y

resistencia a flexión  $M'r = 68.49 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, sin embargo, se redujo la trabajabilidad con un slump de 5cm.

- Se determinó la proporción óptima de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en el concreto, el cual fue la muestra MD3 (12%FAR+5%) con  $f'c = 413.68 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia a tracción  $42.25 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia a flexión  $M'r = 65.04 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, ya que con esta proporción de aditivos se supera la resistencia a compresión promedio del concreto estándar que es de  $f'c = 364 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se determinó el espesor de losa a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de fibra de acero reciclado de neumáticos y microsílíce, el cálculo del espesor de losa se realizó con la muestra MD3 (12%FAR+5%) que tiene una elasticidad del concreto  $E_c = 4372277.38 \text{ psi}$  y un módulo de rotura  $M'r = 925.09 \text{ psi}$ , para lo cual se utilizó programa de la metodología AASTHO 93 V.2, se tomó datos reales del estudio realizado a la Av. Javier Pérez de Cuellar y dio como resultado un espesor de losa  $D = 19 \text{ cm}$ .
- Se determinó el impacto económico o análisis de costos aplicado al tramo del margen derecho de la Av. Pérez de Cuellar con un ancho de 7.30m y un largo de 998m, se usó la muestra MD3 (12%FAR+5%) y se obtuvo un incremento de costo de S/.568.463 por metro lineal, que representa un 75.85% más costoso que el concreto estándar, no obstante, el alto costo estaría compensado por la larga vida útil del pavimento rígido con esta incorporación de aditivos.

## 5.2. Recomendaciones

- Con el fin de realizar la misma investigación sobre fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce para futuras investigaciones, se recomienda estudiar dosis superiores de

microsílice hasta el 15% que recomienda la hoja técnica de aditivos Chema, para ensayos de resistencia a compresión y flexión.

- Desde un punto de vista ambiental, se recomienda este método alternativo de utilizar fibras de acero reciclado de llantas, ya que minimiza los efectos ambientales y se obtiene alternativas sostenibles para ejecutar proyectos de infraestructura vial de alto rendimiento y durabilidad.
- Se recomienda que las empresas de construcción, municipios, gobiernos regionales, entre otros realicen diseños de sus pavimentos rígidos reforzándolo con fibras de acero en un 12% ya que se obtendrán mejores resultados técnicos, económicos y ambientales.
- Se recomienda realizar ensayos de durabilidad al concreto con incorporaciones de fibra de acero y microsílice, ya que solo se sabe por la ficha técnica del microsílice que incrementa la durabilidad al ocupar los espacios vacíos que deja el cemento y así densificando la mezcla.
- Se recomienda no utilizar los datos de expedientes técnicos no aprobados ya que en ciertos casos no se actualizan algunos parámetros y esto conllevaría a un cálculo erróneo.

## Referencias bibliográficas

- ACCILIO ALVARADO, Yim Miler y CHANCAS QUISPE, Teodomiro. 2020.** *Evaluación del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> agregando fibras de acero y microsílíce.* Lima : [tesis de licenciatura - Ingeniería Civil] Universidad Cesar Vallejo, 2020.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57350>.
- AURELIANO JARA, Iván Jesús. 2018.** *Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y comprensión del concreto usado para pavimentos rígidos.* Trujillo: Universidad Privada del Norte : [Tesis de Ingeniería Civil], 2018.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14114>.
- BRAVO REYES, Miguel. 2020.** *Evaluación superficial de pavimentos asfálticos mediante las metodologías del MTC Perú y PCI.* Lima: Universidad Ricardo Palma : [Tesis de ingeniería Civil] , 2020. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3895>.
- CARBAJAL, Enrique Pasquel. 1993.** *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú.* . Lima : 2da.ed Colegio de Ingenieros del Perú, 1993.
- CARRASCO CANALES, Robert Manuel. 2019.** *Resistencia por comprensión y módulo de rotura en pavimentos rígidos, incorporando microsílíce y un policarboxilato.* Lima: Universidad Ricardo Palma : [Tesis de maestría en Ingeniería Vial], 2019.  
<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2452>.
- CARRASCO DÍAZ, Sergio. 2006.** *Metodología de la Investigación Científica.* Lima : 1ra ed. San Marcos de Perú, 2006.
- CASTRO, Guillermo. 2008.** *Materiales y compuestos para la industria del neumático.* s.l. : Departamento de Ingeniería Mecánica FIUBA, 1-57, 2008, 2008.



[https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Materiales\\_y\\_Compuestos\\_para\\_la\\_Industria\\_del\\_Neumatico.pdf](https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf).

**DIRVEN , BLASS Beto, y otros. 2018.** *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables.* Lima : Colección Racso, 2018.

**DOMSKI, Jacek, y otros. May 2017.** *Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete.* 158, Chicago : Journal of Cleaner Production, May 2017, Vol. 45. ISSN - 165.

**EUCLID GROUP, Toxement. 2016.** *Guia básica para el curado del concreto.* Bogotá, Colombia : [https://www.toxement.com.co/media/3391/gui-a-ba-sica-para-el-curado\\_concreto.pdf](https://www.toxement.com.co/media/3391/gui-a-ba-sica-para-el-curado_concreto.pdf), 2016.

**GUTIERREZ JIMENEZ, Miguel Ángel y VIZARRETA VALENZUELA, Manuel Edgard. 2021.** *Incremento del módulo de rotura por flexo tracción de losas de concreto hidráulico empleando fibras de acero provenientes de neumáticos reciclados para uso como losas en pavimento.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas : [Tesis de ingeniería Civil], 2021. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656618>.

**HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, P. 2014.** *Metodología de la investigación.* México : 6ta edición, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

**INACAL, Norma Técnica Peruana. 2014.** *Concreto: Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland, 2019.* Lima - Perú : s.n., 2014. 339.088.

**INDECOPI. 2015.** *Norma Técnica Peruana. Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas,* 2008. Lima - Perú : s.n., 2015. 339.034.

**INDECOPI, Norma Técnica Peruana. 2012.** *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, 2012.* Lima : s.n., 2012. 339.078.

**M. MASTALI, y otros. 2019.** *A comparison of the effects of pozzolanic binders on the hardened-state properties of high-strength cementitious composites reinforced with waste tire fibers, composites.* 134-153, Portland : Engineering, 2019, Vol. volume 162. ISSN 1359-8368.

**MINISTERIO DE TRANSPORTES , Y COMUNICACIONES (MTC). 2014.** *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima - Perú : s.n., 2014.

**NAZER, A., y otros. 2019.** *Hormigón sustentable basado en fibras de neumáticos fuera de uso.* 35, Chile : Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 2019, Vol. 3. 723-729.

**NEVILLE, Adam. 1998.** *Mantenimiento y durabilidad de las estructuras.* 1998.

**PASQUEL CARBAJAL, Enrique. 1993.** *Tópicos de tecnología del Concreto en el Perú. .* Lima : 2da Ed. Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional, 1993. 399.

**PAWELSKA-MAZUR, Magdalena y KASZYNSKA, María. 2021.** *Comportamiento mecánico y evaluación ambiental del hormigón sostenible reforzado con fibras recicladas de neumáticos fuera de uso.* Polonia : Materiales, 2021.

<https://doi.org/10.3390/ma14020256>.

**RIVVA LÓPEZ, E. 2002.** *Concretos de Alta Resistencia.* 1ra edición Perú : Editorial ICG, 2002. 2002.151.

**SABA, ABDALLA, y otros. 2021.** *Strength and flexural behavior of steel fiber and silica fume incorporated self-compacting concrete.* pages 1380-1390, s.l. : Journal of materials research and technology, 2021, Vol. Volume 12. ISSN 2238-7854.

**TORRE CARRILLO, Ana. 2004.** *Curso básico de tecnología del concreto.* Lima - Perú : Editorial UNI, 2004.

**TOVAR, Genner Luis. 1986.** *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos.* Bogotá : Cengage, 1986.

**VAITKUS, Audrius. 2021.** *Estructuras de pavimentos modulares de concreto con espesor optimizado basado en características de mezclas de concreto de Alto Desempeño con fibras y humo de Sílice.* Lituania : Editorial Materiales, 2021.  
<https://doi.org/10.3390/ma14123423>.

**VARGAS ORTIZ, Guadalupe Brigitte y YATACO BARREDA, Alvaro Gustavo. 2020.** *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.* Lima: Universidad Ricardo Palma : [Tesis ingeniería Civil], 2020. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3678>.

## **Anexos**

Anexo A:  
Matriz de Consistencia

### VARIABLES INDEPENDIENTES

Problemas	Obejetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método o Instrumento
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en las propiedades fisico-mecánicas del concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, 2021?	Analizar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en las propiedades fisico-mecánicas el concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, 2021.	La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice, mejora de manera positiva y significativa las propiedades fisico-mecánicas del concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, 2021.	V1:Fibras de acero reciclado de neumáticos	Dosificación de fibras de acero reciclado de neumáticos: 6%, 9%, 12%	Peso en kg con respecto del cemento	----
			V2:Microsilice	Dosificación de microsilice : 5%, 7.5%, 10%	Peso en kg con respecto del cemento	----

### VARIABLES DEPENDIENTES

Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificos	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método o Instrumento	
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la resistencia a compresión del concreto?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la resistencia a compresión del concreto.	La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice influye de manera positiva y significativa en la resistencia a compresión del concreto.	V2: Propiedades fisico-mecánicas del concreto	Propiedades mecanicas	Resistencia a compresión (kg/cm2)	Ensayos de laboratorio	
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la resistencia a tracción del concreto?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la resistencia a tracción del concreto.	La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice influye de manera positiva y significativa en la resistencia a tracción del concreto.			Resistencia a tracción (kg/cm2)		
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la resistencia a flexión del concreto?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la resistencia a flexión del concreto.	La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice influye de manera positiva y significativa en la resistencia a flexión del concreto.			Resistencia a flexión (kg/cm2)		
¿Qué efecto tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la consistencia del concreto?	Determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en la consistencia del concreto.	La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice influye de manera positiva y significativa en la consistencia del concreto.			consistencia (cm)		Cono de Abrams
¿Cuál será el espesor de losa a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice, mediante la metodología AASHTO 93?	Determinar el espesor de losa a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice, mediante la metodología AASHTO 93.	Se obtiene un espesor de losa menor, a partir de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto, mediante la metodología AASHTO 93.			V3:Pavimento rígido		Espesor de losa del pavimento
¿Cuál será el impacto económico de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en el concreto?	Determinar el impacto económico de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en el concreto.	Optimiza los costos agregar fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice en el concreto.		Impacto económico en el pavimento rígido	Costo (\$/.)	Excel	

Anexo B:

Constancia de Ensayos de Laboratorio y Certificado de  
Calidad



# Certificado de registro

(Sistema de manejo de calidad)

## **QFS MANAGEMENT SYSTEMS LLP.**

Esto es para Certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de  
**INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.**

MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COVADONGA AYACUCHO - HUAMANGA -  
AYACUCHO - PERÚ

Se ha determinado que cumple con el estándar del sistema de gestión de calidad

## **ISO 9001:2015**

Este certificado es válido para la siguiente gama de productos o servicios

SERVICIOS DE CONSULTORÍA Y PERITAJE TÉCNICO EN GEOTECNIA, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.  
SERVICIO DE CONTROLES DE CALIDAD Y ENSAYOS EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TANTO EN LABORATORIO COMO  
EN EL TERRENO.  
CAPACITACIONES EN GEOTECNIA, GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

Número de certificado: **INT/211010/01992**

1er Seguimiento antes de: **25.09.2022**

Fecha Inicial de Certificación: **26.10.2021**

2do Seguimiento antes de: **25.09.2023**

Fecha de Certificación: **26.10.2021**

Fecha de Expiración: **25.10.2024**

Directora:

Fecha: **26.10.2021**



La validez del certificado está sujeta a una auditoría de vigilancia periódica en las fechas mencionadas anteriormente o antes y solo es válido después de una vigilancia exitosa con una carta de continuación emitida por QFS. Se emite sujeto a la disponibilidad continua de acceso en cualquier momento y sin previo aviso a las instalaciones de la organización mencionada anteriormente con el propósito de evaluación y vigilancia con respecto al estándar mencionado anteriormente y los términos y condiciones de QFS.

**QFS MANAGEMENT SYSTEMS LLP**

CORP. OFFICE: A-27/H, Sector-16, Noida-201301, U.P.

[www.qfscerts.com](http://www.qfscerts.com)

email: [admin@qfscerts.com](mailto:admin@qfscerts.com)

This Certificate remains the property of QFS





---

---

QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO DE LA EMPRESA  
INGEOTECON CONTRATISTAS GENERALES Y EJECUTORES EIRL.

### HACE CONSTAR:

Que los señores DIEGO ANTONIO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA, Identificados con DNI N° 47180619 y DNI N° 70225107, respectivamente; desarrollaron el proyecto de investigación: "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021" en las instalaciones de nuestro laboratorio, de los cuales solo los autores mencionados tienen acceso a los resultados obtenidos.

Se expide la presente constancia de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Ayacucho, 17 de noviembre del 2021

INGEOTECON  
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA  
CIP. N° 202986  
JEFE DE LABORATORIO

---

---

A.A.H.H Covadonga Mz. P2 Lote 8 – Ayacucho  
Telf: 066 318525 – Cel 989900608

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION - 2021**

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
2. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL EN AGREGADOS	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
4. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
5. COMPRESION SIMPLE	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN
6. TRACCION INDIRECTA	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN
7. FLEXION CON CARGAS A LOS 2 TERCIOS	BALANZA 100 kg.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN

## Anexo C:

### Diseño de Mezclas de Concreto

## Anexo C.1:

### Ensayo de los Agregados

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)</b>	Código del formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-OPE-14.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 Cantera : CACHI - OCCOROY  
 Material : PIEDRA CHANCADA

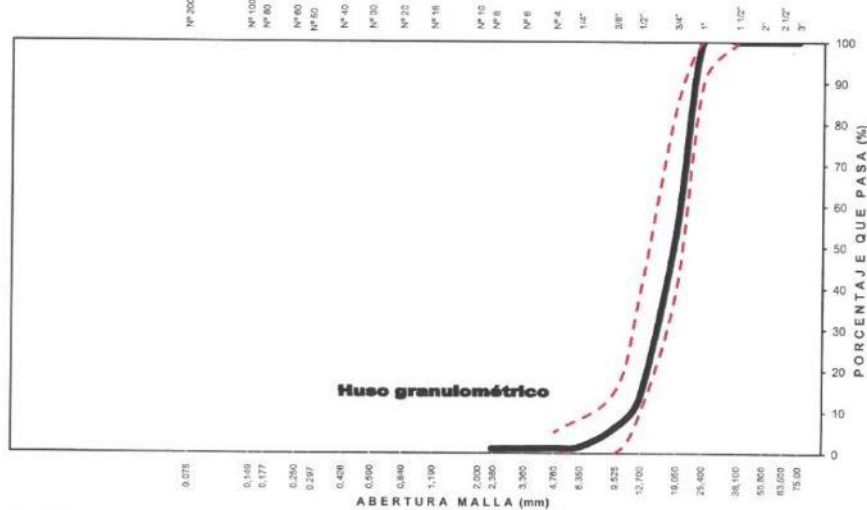
Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b> Peso seco inicial 4417.9 Peso seco lavado 4382.7 Pérdida por lavado 35.2 <hr/> <b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b> % Grava 98.8 % Arena 0.4 <b>% de Finos 0.8</b> D <sub>15</sub> = D <sub>45(m)</sub> = 11.1625 D <sub>30(m)</sub> = 15.2938 D <sub>45(m)</sub> = 19.9095 C <sub>u</sub> = 1.78 C <sub>c</sub> = 1.05 D <sub>50(m)</sub> = 12.9153 D <sub>60(m)</sub> = 18.4650 D <sub>75(m)</sub> = 23.3411 Clasificación SUCS GP <b>GRAVA MAL GRADUADA</b> Módulo de Fineza 7.35 Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) 6.30
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		
2"	50.800	-	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100 - 100	
1"	25.400	-	-	-	100.00	90 - 100	
3/4"	19.000	2,059.90	46.63	46.63	53.37	40 - 85	
1/2"	12.700	1,755.30	39.73	86.36	13.64	10 - 40	
3/8"	9.500	334.90	7.58	93.94	6.06	0 - 15	
1/4"	6.350	203.50	4.61	98.54	1.46		
N° 4	4.760	11.60	0.26	98.81	1.19	0 - 5	
N° 8	2.360	7.20	0.16	98.97	1.03		
N° 10	2.000	0.60	0.01	98.98	1.02		
N° 16	1.100	1.10	0.02	99.01	0.99		
N° 30	0.590	1.90	0.04	99.05	0.95		
N° 40	0.425	1.00	0.02	99.07	0.93		
N° 50	0.297	0.90	0.02	99.09	0.91		
N° 100	0.149	2.40	0.05	99.15	0.85		
N° 200	0.075	2.40	0.05	99.20	0.80		
Lavado		35.20	0.80	100.00	-		
<b>TOTAL</b>		<b>4417.9</b>	<b>100.0</b>				

Tamaño Máximo (Pulg) = 1

Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4

**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
  
**ING. YARET CUCHILLA MENDOZA**  
 C.P. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

TRAZABILIDAD: TAMIZES CALIBRACION CER 19 - L21828,21840,21831,21833,21843,21836,21825,21763,21712,21713,21809,21711,21836,21837,21825,21706,21707, BALANZA OHAUS AX8031E SERIE 864407517 CALIBRACION M 6085  
 A. H Covadonga Mz P2 Ll 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #999402095, RPC: 989900609, Correo: ingeotecvq@hotmail.com. Web: www.ingotecon.com

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)</b>	Código del formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-OPE-15.00

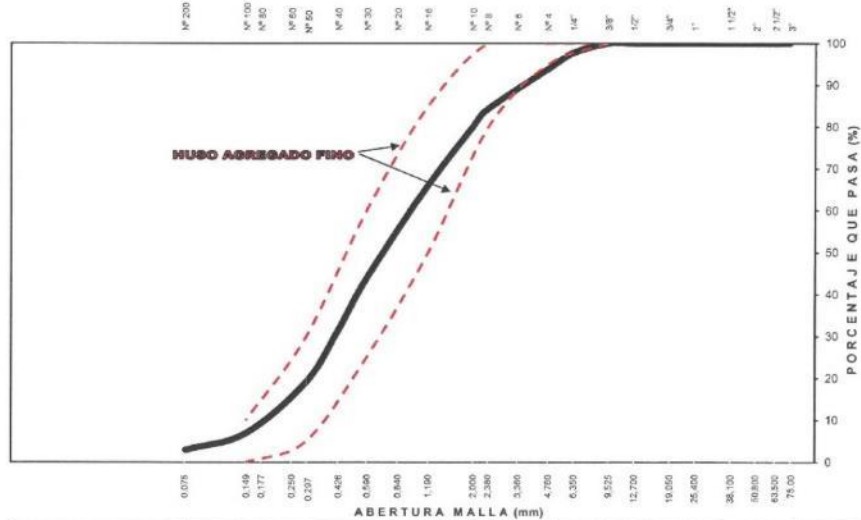
Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 Cantera : CACHI - OCCOROY  
 Material : ARENA ZARANDEADA

Región/Prov: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021


TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		
2"	50.800	-	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		
1"	25.400	-	-	-	100.00		
3/4"	19.000	-	-	-	100.00		
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		
3/8"	9.500	-	-	-	100.00		
1/4"	6.350	32.50	2.33	2.33	97.67	100	
N° 4	4.760	53.40	3.82	6.15	93.85	95 - 100	
N° 8	2.360	135.40	9.69	15.85	84.15	80 - 100	
N° 10	2.000	56.40	4.04	19.88	80.12		
N° 16	1.100	230.50	16.50	36.39	63.61	50 - 85	
N° 30	0.590	277.10	19.84	56.23	43.77	25 - 60	
N° 40	0.425	175.30	12.55	68.78	31.22		
N° 50	0.297	169.30	12.12	80.90	19.10	5 - 30	
N° 100	0.149	171.10	12.25	93.15	6.85	0 - 10	
N° 200	0.075	55.00	3.94	97.09	2.91		
Lavado		40.60	2.91	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		<b>1,396.60</b>	<b>100.00</b>				Peso seco inicial: 1384.1 Peso seco lavado: 1343.5 Pérdida por lavado: 40.6
							<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>
							% Grava: 5.2
							% Arena: 90.9
							<b>% de Finos: 2.9</b>
							D <sub>10</sub> = D <sub>10(%)</sub> = 0.1871
							D <sub>30</sub> = 0.4121
							D <sub>50(%)</sub> = 1.0072
							Cu = 5.38
							Cc = 0.90
							D <sub>15(%)</sub> = 0.2475
							D <sub>75(%)</sub> = 0.7501
							U <sub>200(%)</sub> = 2.5693
							Clasificación SUCS: SP
							<b>ARENA MAL GRADUADA</b>
		Módulo de Fineza = 2.89		Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) = 59.1			

**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/LOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 2022986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215), ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>	Código formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento:
		FOR-OPE-60.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,157.64	2,466.00
Peso Seco de la muestra (gr)	2,150.24	2,457.10
Peso del agua en la muestra (gr)	7.40	8.90
Contenido de Humedad ( % )	0.34	0.36
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>0.35</b>
% de absorción		1.01
Absorción Efectiva ( % )		0.66
Humedad Superficial ( % )		-
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	617.06	845.32
Peso Seco de la muestra (gr)	595.76	818.32
Peso del agua en la muestra (gr)	21.30	27.00
Contenido de Humedad ( % )	3.58	3.30
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>3.44</b>
% de absorción		2.86
Absorción Efectiva ( % )		-
Humedad Superficial ( % )		0.58

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

PORCENTAJE DE VACIOS		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,397	1,695
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,539	1,858
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.70
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,697
Porcentaje de Vacios ( %) Agregado suelto	47.8	37.2
Porcentaje de Vacios ( %) Agregado varillado	42.5	31.1


**INGEOTECON**  
  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

TRAZABILIDAD: HORNO MARCA PINZUAR PG190 SERIE 298 CALIBRACION CERTIF. T-3015, BALANZA MARCA OHAUS PAJA1102 SERIE B640110613 CALIBRACION CERTIFICADO M-5097 ISO 17025, BALANZA OHAUS AX8201E SERIE B644227517 CERTIFICADO M-5096

A. H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 086 319525 RPM #999402095, RPC: 986900609, Correo: ingeotecvpa@hotmail.com. Web: www.ingetecon.com

	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS</b>	Código formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento:
		FOR-OPE-34.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT      Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

<b>AGREGADO GRUESO (MTC E 206)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	2.61
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	2.63
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	2.68
% de Absorción	0.98	1.04	1.01

<b>AGREGADO FINO (MTC E 205)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	486.09	486.12	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	643.73	669.80	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	950.02	976.01	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.00	500.00	
Temperatura del agua en el ensayo	21.00	21.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9980	0.9980	
Peso Especifico de masa	2.50	2.50	2.50
Peso Especifico de masa SSS	2.58	2.57	2.58
Peso Especifico aparente	2.70	2.70	2.70
% de Absorción	2.86	2.86	2.86

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	55.26
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	44.74
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.56</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.69</b>

  
 ING. YANET CUCHILLA MENDOZA  
 MTC N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO PAJA1102 SERIE B640110613 CALIBRACION CERTIFICADO M-5097 ISO 17025

A. H. Cavedonga N° 2 L18 Ayacucho. Tel: 066 318525 RPM #999402095, RPC: 989200606, Correo: ingeotecvpq@hotmail.com. Web: www.ingeoteccon.com





**PESO UNITARIO DE LOS  
AGREGADOS  
(NTP 400.017, MTC E 203)**

Código formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código del documento  
FOR-OPE-81.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMB Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,487.0	7,480.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,774.0	4,767.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,697	1,694
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,695</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,946.0	7,938.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,233.0	5,225.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,860	1,857
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,858</b>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	20,480.0	20,498.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,173.0	13,191.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,396	1,398
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,397</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	21,832.0	21,820.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,525.0	14,513.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,540	1,538
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,539</b>	

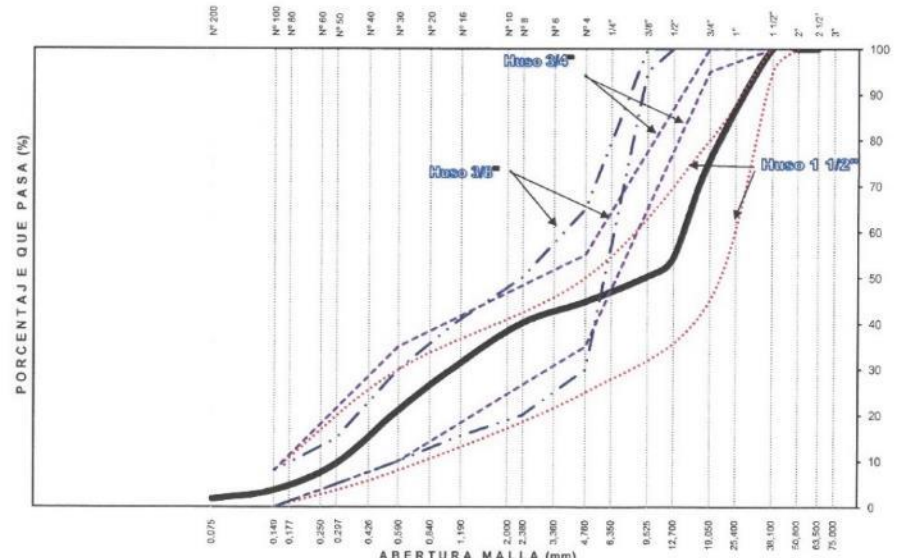

**INGEOTECON**  
 ING. VANET CUCHILLA MENDOZA  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL</b>	Código del formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento:
		FOR-OPE-14.00


Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : INDICADA Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00		<b>RESULTADOS</b> % Grava = 55.3 % Arena = 43.0 % de Finos = 1.8 $U_{10} = U_{20(mm)} = 0.3092$ $U_{30(mm)} = 14.4201$ $C_u = 46.7$ $C_c = 0.3$ $U_{150(mm)} = 0.4213$ $U_{200(mm)} = 9.3105$ $U_{250(mm)} = 21.5152$ Clasificación SUCS : <b>GP</b> GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA Tamaño Maximo : 1" Tamaño Maximo Nominal : 3/4" Módulo de Fineza : 5.25	
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00			
2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00			
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100 100		
1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00			
3/4"	19.000	53.37	100.00	24.7	75.29	95 100		
1/2"	12.700	13.64	100.00	45.8	54.23			
3/8"	9.500	6.06	100.00	49.8	50.21			
1/4"	6.350	1.46	97.67	53.3	46.68			
N° 4	4.760	1.19	93.85	55.3	44.74	3.5 5.5		
N° 8	2.360	1.03	84.15	59.9	40.10			
N° 10	2.000	1.02	80.12	61.8	38.19			
N° 16	1.100	0.99	63.61	69.6	30.42			
N° 30	0.590	0.95	43.77	78.9	21.07	10 3.5		
N° 40	0.425	0.93	31.22	84.8	15.16			
N° 50	0.297	0.91	19.10	90.5	9.46			
N° 100	0.149	0.85	6.85	96.3	3.67	8		
N° 200	0.075	0.80	2.91	98.2	1.79			
% según análisis del Agregado Global		% del A.G. =		53.0	% del A.F. =	47.0		

**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
 ING. YANET CUCHILLA MENDOZA  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

A. H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 068 318525 RPM #969402095. RPC: 689900609, Correo: ingeotecvpq@hotmail.com, Web: www.ingeoteccon.com

## Anexo C.2:

### Diseño de Mezclas sin Aditivos

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0763-1 Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY		CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA		ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397		1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539		1858
PESO ESPECIFICO	2.68		2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01		2.86
HUMEDAD (%)	0.35		3.44
MODULO DE FINEZA	7.35		2.89
TAMAÑO MAXIMO	1"		--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"		--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402		1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'cr		
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	f <sub>cr</sub> = 384 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO		
MEZCLA SECA	0"-2"	
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO 3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"	

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : ADITIVO 1		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000


**INGEOTECON**  
  
**ING. VANDER CUCHILLA MENDIZA**  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		FOR-OPF-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0783-1 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY; CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACION AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. ADITIVO 1 (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m <sup>3</sup> )
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	-	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.634	0.351	0.283	0.342	0.292	0.336	0.298

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 \*

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	44.6	55.4

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	803.8	899.6	205.0	-	-	2348.2

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.83	2.04	19.6	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	831.4	902.7	206.3	-	-	2380.3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
280	10.35	0.47	0.64	205.0	206.3	-	-

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.2	19.9	-	-

  
 ING. YARET CUCHILLA MENDOZA  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.3:

### Diseño de Mezclas 6% FAR Y 5% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4')</b>	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-OPE-83.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-1 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY		: CACHI - OCCOROY
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA		: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397		1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539		1858
PESO ESPECIFICO	2.68		2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01		2.86
HUMEDAD (%)	0.35		3.44
MODULO DE FINEZA	7.35		2.89
TAMAÑO MAXIMO	1 "		--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402		1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'cr		
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	f <sub>cr</sub> = 364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO		
MEZCLA SECA	0"-2"	
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO 3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"	

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 l/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : MICROSILICE		MARCA : CHEMA FUME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento):	5.000
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento):	6.000

  
  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-CPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECÓN-0783- $\epsilon$  Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. MICROSILICE (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0096	0.0034

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.621	0.351	0.269	0.335	0.266	0.329	0.292

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	43.4	56.6

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	787.1	880.9	205.0	21,995.7	26,394.8	2361.3

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bis)							
Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bis)	MICROSILICE (gr)/bis	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bis
280	Resistencia	1.00	1.79	2.00	19.8	2,125.0	2,550.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	814.2	884.0	206.2	21,995.7	26,394.8	2392.8

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.63	205.0	206.2	21,996	26,395

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bis)	MICROSILICE (gr)/bis	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bis
280	Resistencia	1.0	1.6	2.2	19.9	2,125	2,550

  
**ING. VANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO



## Anexo C.4:

### Diseño de Mezclas 9% FAR Y 5% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base
		FQR-SIG-01.00
		Código del documento
		FQR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-061/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY; CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY		CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA		ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397		1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1536		1858
PESO ESPECIFICO	2.68		2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01		2.86
HUMEDAD (%)	0.35		3.44
MODULO DE FINEZA	7.35		2.89
TAMAÑO MAXIMO	1"		0.75"
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"		0.75"
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402		1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	ANDINO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f <sub>cr</sub>	
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280
f <sub>cr</sub> =	364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 l/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : MICROSILICE		MARCA : CHEMA FUME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) :	5.000
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) :	9.000

  
  
**ING. YANET GUEHLLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		FOR-CPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Carretera : CACHI - OCCOROY; CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. MICROSILICE (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO (m <sup>3</sup> )
280	364	0.47	225	439.9	0.1410	0.0098	0.0050

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.619	0.351	0.268	0.334	0.285	0.326	0.291

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M<sup>3</sup> DEL CONCRETO = 0.611  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 \*

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	43.2	56.8

METODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. =	53.0 %	
% del A.F. =	47.0 %	

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	785.0	878.5	205.0	21,995.7	39,592.3	2370.0

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.78	2.00	19.8	2,125.0	3,825.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	812.0	881.6	206.2	21,995.7	39,592.3	2401.3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HUMEDO POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.63	205.0	206.2	21,996	39,592

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	2,125	3,825

  
  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.5:

Diseño de Mezclas 12% FAR Y 5% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base: FOR-SIG.01.00
		Código del documento FOR-OFI-63.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY		CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA		ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1367		1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539		1858
PESO ESPECIFICO	2.68		2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01		2.86
HUMEDAD (%)	0.35		3.44
MODULO DE FINEZA	7.35		2.89
TAMAÑO MAXIMO	1 "		--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402		1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	ANDINO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'cr	
RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280
f'cr =	364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : MICROSILICE		MARCA : CHEMA FUME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) :	5.000
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) :	12.000


**INGEOTECON**  
  
**ING. VANET CUCHILLA MENDOZA**  
 C.R. N° 202-986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-061/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. MICROSILICE (m3)	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0098	0.0067

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
280	0.618	0.351	0.266	0.333	0.285	0.327	0.290

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 \*

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	43.1	56.9

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	782.8	876.2	205.0	21,995.7	52,789.7	2378.7

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.78	1.99	19.6	2,125.0	5,100.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	809.8	879.3	206.2	21,995.7	52,789.7	2409.9

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.63	205.0	206.2	21,996	52,790

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	2,125	5,100


**INGEOTECON**  
  
**ING. VANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.6:

### Diseño de Mezclas 6% FAR Y 7.5% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-( Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY	CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397	1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1530	1858
PESO ESPECÍFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.35	3.44
MODULO DE FINEZA	7.35	2.89
TAMAÑO MÁXIMO	1 *	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 *	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402	1754

**DATOS DEL CEMENTO**  
 MARCA : ANDINO  
 TIPO : PORTLAND TIPO I  
 PESO ESPECÍFICO : 3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f <sub>cr</sub>		
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	f <sub>cr</sub> = 364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO		
ADITIVO 01 : MICROSILICE	MARCA : CHEMA FUME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) : 7.500
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO	MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) : 8.000

  
 ING. JAVIER CUCHILLA MENDOZA  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO



	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACION AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. MICROSILICE (m3)	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO
280	364	0.47	225	439.9	0.1410	0.0147	0.0034

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
280	0.616	0.351	0.265	0.332	0.284	0.326	0.290

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	42.9	57.1

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	780.9	874.0	205.0	32,993.6	26,394.8	2359.2

DOSIFICACION EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.78	1.99	19.8	3,187.5	2,550.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	807.7	877.1	206.2	32,993.6	26,394.8	2390.4

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.63	205.0	206.2	32,994	26,395

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	3,188	2,550

  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.7:

Diseño de Mezclas 9% FAR Y 7.5% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-I Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERISTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY		CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA		ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397		1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539		1858
PESO ESPECIFICO	2.68		2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01		2.86
HUMEDAD (%)	0.35		3.44
MODULO DE FINEZA	7.35		2.89
TAMAÑO MAXIMO	1 *		--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *		--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402		1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	ANDINO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f <sub>cr</sub>			
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	f <sub>cr</sub> =	364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205 l/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : MICROSILICE		MARCA : CHEMA FUME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) :	7.500
ADITIVO 02: FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000

  
 ING. YANET CUCHILLA MENDOZA  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-  
Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACION AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. MICROSILICE (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO (m <sup>3</sup> )
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0147	0.0050

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	MÉTODO A.C.I		MÓDULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.614	0.351	0.263	0.331	0.283	0.326	0.289

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M<sup>3</sup> DEL CONCRETO= 0.611

MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					MÉTODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	42.8	57.2

MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. =		53.0 %
% del A.F. =		47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	778.8	871.6	205.0	32,993.6	39,592.3	2367.9

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.77	1.96	19.6	3,187.5	3,825.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	805.5	874.7	206.2	32,993.6	39,592.3	2399.0

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.62	205.0	206.2	32,994	39,592

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	3,188	3,825

  
 ING. YANET CACHILLA MENDOZA  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.8:

Diseño de Mezclas 12% FAR Y 7.5% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-OPE-63.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSIlice EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0763-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY; CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERISTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY	: CACHI - OCCOROY
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397	1665
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539	1858
PESO ESPECIFICO	2.66	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.35	3.44
MODULO DE FINEZA	7.35	2.89
TAMAÑO MAXIMO	1"	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402	1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f <sub>cr</sub>	
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280
f <sub>cr</sub> =	364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO	
MEZCLA SECA	0"-2"
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4" ASENTAMIENTO 3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"

CONTENIDO DE AIRE	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4" CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"
ASENTAMIENTO	3"-4" VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 2.05 l/m <sup>3</sup>

ADITIVO	
ADITIVO 01 : MICROSIlice	MARCA : CHEMA FLUME
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25 DOSIS (% del peso de cemento) : 7.500
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO	MARCA : --
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85 DOSIS (% del peso de cemento) : 12.000

  
  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP N° 202985  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-OPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACION AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
Fc (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. MICROSILICE (m3)	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO (m3)
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0147	0.0067

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
280	0.613	0.351	0.261	0.330	0.262	0.325	0.288

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	42.6	57.4

METODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. =		53.0 %
% del A.F. =		47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	776.6	869.2	205.0	32,993.6	52,789.7	2376.6

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.77	1.98	19.8	3,167.5	5,100.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	803.3	872.3	206.2	32,993.6	52,789.7	2407.6

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.62	205.0	206.2	32,994	52,790

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	3,168	5,100

  
  
**ING. YANET CUCHILLA-MENDOZA**  
 CIP N° 2023986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.9:

Diseño de Mezclas 6% FAR Y 10% MS



	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base:
		FCR-SIG-01.00
		Código del documento:
		FCR-CPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-(- Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY; CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY		CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA		ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )		1397	1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )		1539	1856
PESO ESPECÍFICO		2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)		1.01	2.86
HUMEDAD (%)		0.35	3.44
MODULO DE FINEZA		7.35	2.89
TAMAÑO MÁXIMO		1 *	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4 *	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )		1402	1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECÍFICO	3.12


RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$		
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	$f_{cr}$ = 364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 *	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 *	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : MICROSILICE		MARCA : CHEMA FUME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) :	10.000
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) :	6.000

  
  
**ING. YANET CUCHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-CPB-83.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cartera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. MICROSILICE (m3)	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO (m3)
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0196	0.0034

w/c o f'c (kg/cm2)	SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS						
	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
280	0.611	0.351	0.260	0.330	0.282	0.324	0.287

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	42.5	57.5

METODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. =	53.0 %	
% del A.F. =	47.0 %	

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	774.7	867.1	205.0	43,991.4	26,394.8	2357.1

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.76	1.97	19.8	4,250.0	2,550.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m3)
280	439.9	801.3	870.1	206.2	43,991.4	26,394.8	2388.0

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HUMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.62	205.0	206.2	43,991	26,395

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	4,250	2,550

  
**INGEOTECON**  
 INC. VANET CUCHILLA MENDOZA  
 CIP N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.10:

Diseño de Mezclas 9% FAR Y 10% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-CPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-4 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERISTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY	CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397	1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539	1858
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.35	3.44
MODULO DE FINEZA	7.35	2.89
TAMAÑO MAXIMO	1 *	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402	1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	ANDINO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f <sub>cr</sub>		
RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	f <sub>cr</sub> = 384 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO		
ADITIVO 01 : MICROSILICE		MARCA : CHEMA FUMÉ
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) : 10.000
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : --
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) : 9.000

  
  
**ING. YANET PACHILLA MENDOZA**  
 CIP. N° 2023986  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento:
		FOR-0PE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-1 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACION AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. MICROSILICE (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO (m <sup>3</sup> )
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0196	0.0050

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.609	0.351	0.258	0.329	0.281	0.323	0.286

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	40.1	53.9	280	42.3	57.7

METODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. =		53.0 %
% del A.F. =		47.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	772.6	864.7	205.0	43,991.4	39,592.3	2365.7

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr/bls)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr/bls)
280	Resistencia	1.00	1.76	1.97	19.8	4,250.0	3,825.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	799.1	867.7	206.2	43,991.4	39,592.3	2396.6


DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HUMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.46	0.62	205.0	206.2	43,991	39,592

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr/bls)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr/bls)
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	4,250	3,825

  
**ING. YANEF EUCHELLA MENDOZA**  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo C.11:

Diseño de Mezclas 12% FAR Y 10% MS

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: FOR-CPE-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSIlice EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-061/INGEOTECON-0783-1 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Carretera : CACHI - OCCOROY: CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CACHI - OCCOROY	CACHI - OCCOROY
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA ZARANDEADA
PERFIL	SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1397	1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539	1858
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.35	3.44
MODULO DE FINEZA	7.35	2.89
TAMAÑO MAXIMO	1 *	-.-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	-.-
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402	1754

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	ANDINO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'cr		
RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	f'cr = 364 kg/cm <sup>2</sup>

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 *	
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 l/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : MICROSIlice		MARCA : CHEMA FWME	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.25	DOSIS (% del peso de cemento) :	10.000
ADITIVO 02 : FIBRA ACERO RECICLADO		MARCA : -.-	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	7.85	DOSIS (% del peso de cemento) :	12.000

  
 ING. YANEF CUCHILLA MENDOZA  
 JEFE DE LABORATORIO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	Código formato base FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-OFI-03.00

Proyecto : "EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"  
 Código : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-061/INGEOTECON-0783-1 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA Distrito : AYACUCHO  
 Carítera : CACHI - OCCOROY : CACHI - OCCOROY Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2021

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. MICROSILICE (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRA ACERO RECICLADO (m <sup>3</sup> )
280	364	0.47	205	439.9	0.1410	0.0196	0.0067

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
280	0.608	0.351	0.256	0.328	0.280	0.322	0.286

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.611  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.89  
 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
280	10.35	5.29	46.1	53.9	280	42.2	57.8

METODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. =		53.0 %
% del A.F. =		47.0 %


RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	770.4	862.3	205.0	43,991.4	52,789.7	2374.4

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.00	1.75	1.96	19.8	4,250.0	5,100.0

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
280	439.9	796.9	865.3	206.2	43,991.4	52,789.7	2405.2

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	MICROSILICE (gr)	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)
280	10.35	0.45	0.62	205.0	206.2	43,991	52,790

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	MICROSILICE (gr)/bls	FIBRA ACERO RECICLADO (gr)/bls
280	Resistencia	1.0	1.6	2.1	19.9	4,250	5,100

  
 ING. VANET CUCHILLA MENDOZA  
 CIP. N° 202986  
 JEFE DE LABORATORIO



Anexo D:

Ensayos de Resistencia a Compresión

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO</b> (NTP 339.034 / MTC E 704)	
	Formato base: FOR-SIG-01.00	Código documento FOR-OPF-76.00
	Página 1 de 10	

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. APARENTE (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN $f_c$ (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO $f_c$ (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (Kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
1	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	15/10/2021	7	151.05	304.60	12.510	2.29	430.80	245.31	251.7	280.00	88	90
2	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	15/10/2021	7	149.15	301.95	12.190	2.31	442.03	258.16		280.00	92	
3	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	22/10/2021	14	150.40	300.20	12.270	2.30	556.54	319.66	324.2	280.00	114	116
4	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	22/10/2021	14	149.10	300.35	12.080	2.30	562.40	328.68		280.00	117	
5	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	151.45	300.45	12.390	2.29	632.80	358.44		280.00	128	
6	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	149.90	299.60	12.180	2.30	599.72	346.76	357.5	280.00	124	128
7	A-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	149.90	300.35	12.230	2.31	635.26	367.31		280.00	131	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANSO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F.5232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. P21PE302H SER. 8338280394 CALIBRACION: M-6508 ISO 17025



ING. VANET CUCHILLA MENDOZA  
JEFE DE LABORATORIO

A. H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 086 318525 RPM #999402095, RPC 989900909, Correo: ingeotecppd@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO</b> (NTP 339.034 / MTC 704)	
	Formato base FOR-SIG-01.00	Código documento FOR-QFE-78.00
	Página 2 de 10	

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECÍM. (mm)	ALTURA DEL ESPECÍM. (mm)	PESO DEL ESPECÍM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECÍMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
8	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.15	299.40	12.460	2.35	501.51	289.01	294.5	280.00	103	105
9	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	149.50	302.90	12.520	2.35	516.22	300.08		280.00	107	
10	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.65	300.60	12.707	2.34	586.68	332.57	347.3	280.00	119	124
11	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.30	300.50	12.540	2.35	629.58	362.09		280.00	129	
12	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.35	300.55	12.413	2.33	677.34	389.30		280.00	139	
13	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.45	304.00	12.814	2.37	698.12	400.71	400.2	280.00	143	143
14	A-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.60	302.95	12.606	2.34	716.92	410.68		280.00	147	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D. SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE302H SER. 8338200394 CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz. Pz. L1.6 Ayacucho, Tel. 066 318525 RPM #699402095, RPC 989500608, Correo: ingeotecpp@icmail.com, Web: www.ingeotecn.com

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO</b> (NTP 339.034 / MTC E 704)	
	Formato base: FOR-SIG-01.00	Código documento FOR-OPC-78.00
	Página 3 de 10	

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN $f_c$ (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO $f_c$ (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (Kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
15	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.25	302.65	12,978	2.39	531.58	301.90	290.9	280.00	108	104
16	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.30	300.75	12,599	2.36	486.66	279.89		280.00	100	
17	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.25	307.85	12,665	2.32	620.11	356.88	363.4	280.00	127	130
18	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.45	308.70	12,853	2.34	644.63	370.01		280.00	132	
19	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.55	304.15	12,896	2.35	734.72	415.62		280.00	148	
20	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.50	301.60	12,929	2.38	723.87	409.81	408.7	280.00	146	146
21	A-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.35	304.20	12,922	2.36	706.48	400.70		280.00	143	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE3024 SER. 8336290384, CALIBRACION: M-6538 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 L1 8 Ayacucho, Tel. 086 318525 RPM #999402096, RFC 8889006095, Correo: ingeotecvcp@hotmail.com, Web: www.ingetecon.com



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPF-18.00  
Página 4 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN $f_c$ (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO $f_c$ (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2)	% RESIST. DEL TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
22	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	153.60	305.40	13.509	2.39	553.67	304.89	303.1	280.00	109	108
23	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.96	309.20	13.409	2.42	528.51	301.33	303.1	280.00	108	108
24	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.95	302.71	12.831	2.36	641.12	360.76	365.3	280.00	129	130
25	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.16	302.75	13.122	2.42	650.43	369.86	365.3	280.00	132	130
26	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.15	304.35	12.993	2.38	757.46	430.75	413.7	280.00	154	148
27	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.65	305.40	13.303	2.41	706.29	399.01	413.7	280.00	143	148
28	A-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.65	306.30	13.444	2.40	737.66	411.29	413.7	280.00	147	148

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZAR, MODELO PC-42D, SERIE: 173. CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PES02H SER. 830290394 CALIBRACION: M-8536 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 086 318525 RPM #999402095, RPC 989900609, Correo: ingeotecvpr@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento:  
FOR-OPF-R8.00  
Página 5 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECÍM. (mm)	ALTURA DEL ESPECÍM. (mm)	PESO DEL ESPECÍM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECÍMEN $f_c$ (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO $f_c$ (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO $F_c$ (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
29	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	152.20	303.70	12,841	2.32	561.43	314.88	307.4	280.00	112	110
30	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.65	303.65	12,835	2.34	531.00	299.98		280.00	107	
31	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.80	305.05	12,751	2.31	683.09	385.14	380.5	280.00	138	136
32	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.50	302.30	12,817	2.35	664.02	375.87		280.00	134	
33	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.80	306.20	12,999	2.32	826.45	459.89		280.00	164	
34	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.20	308.25	12,871	2.33	862.34	490.07	452.4	280.00	175	162
35	A-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.05	307.55	12,852	2.30	724.56	407.18		280.00	145	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZIAR, MODELO FC-42D, SERIE: 173. CALIBRACION: CERTIFICADO F-5032 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE302H SER. 8336290384 CALIBRACION: M4538 ISO 17025



A. H. Covadonga Mz P2 L1.8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #999020295, RFC 968900605, Correo: ingeotecvpo@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com



Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPF-78.00  
Página 6 de 10

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

PROYECTO : \*EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-081/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAJO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
36	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.55	303.00	12.840	2.35	563.47	318.74	315.7	280.00	114	113
37	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.75	305.95	12.975	2.34	554.26	312.71	315.7	280.00	112	113
38	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.85	301.80	12.892	2.39	695.66	397.18	389.4	280.00	142	139
39	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.90	302.00	12.822	2.37	688.72	381.55	389.4	280.00	136	139
40	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.25	304.05	12.970	2.34	822.05	490.75	460.9	280.00	165	165
41	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.25	304.05	13.025	2.35	786.14	440.63	460.9	280.00	157	165
42	A-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.25	304.05	13.067	2.36	858.49	481.18	460.9	280.00	172	165

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RAMBO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-4RD, SERIE: T3, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025/ BALANZA MARCA OHAUS, MOD. R21PE3024 SER. 83382608M CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



A. H. Covadonga Mz. P2 Lt. 8 Aysacucho, Tel: 066 318525 RPM #995402095, RPC 98196006019, Correo: ingetesppq@hotmail.com, Web: www.ingetecon.com



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPF-78.00  
Página 7 de 10

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f <sub>c</sub> (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm2)	% RESIST. DEL TESTIGO	% RESIST. ENSAYO
43	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	152.25	304.05	13.145	2.37	561.89	314.94	318.0	280.00	112	114
44	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.27	305.31	13.244	2.41	565.57	321.14	318.0	280.00	115	114
45	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.15	302.20	13.102	2.42	667.99	379.87	390.0	280.00	136	139
46	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.35	303.50	13.135	2.41	705.37	400.07	390.0	280.00	143	139
47	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.65	304.25	13.329	2.39	881.68	491.59	470.1	280.00	176	168
48	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	149.35	302.20	12.787	2.42	769.81	448.39	470.1	280.00	160	168
49	A-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.30	303.20	12.959	2.41	817.55	470.20	470.1	280.00	168	168

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRESA DOBLE RANCO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-40D, SERIE: T3, CALIBRACION: CERTIFICADO F-52.12 ISO 17025/ BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE2024 SER. 838628034 CALIBRACION: N-6636 ISO 17025



A. H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #969402095, RFC 989600609, Correo: ingeotecpa@hotmail.com, Web: www.ingetecon.com





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPPE-78.00  
Página 6 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSIlice EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (kg)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
50	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	149.10	302.25	12.406	2.35	557.23	325.66	322.5	280.00	116	115
51	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	154.41	303.61	13.203	2.32	585.95	319.32		280.00	114	
52	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	153.85	308.15	13.333	2.33	846.56	464.67	479.9	280.00	166	171
53	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	154.46	308.18	13.516	2.33	909.14	485.12		280.00	177	
54	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.60	306.71	12.723	2.33	1,011.07	579.18		280.00	207	
55	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.50	308.95	12.980	2.30	1,018.27	568.86	587.4	280.00	203	210
56	A-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.50	301.90	12.520	2.33	1,070.83	614.23		280.00	219	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCO PARA CONCRETO: MARCA PINZAR, MODELO PC-40. SERIE: T3. CALIBRACION: CERTIFICADO F-4230 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PES201 SER. 838820304 CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



A. H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Telf: 066 318525 RPM #999402095, RPC 989900609, Correo: ingeotecopm@hotmail.com, Web: www.ingetecon.com



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339-034 / MTC E 704)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento:  
FOR-OPF-79.00  
Página 9 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

SOLICITA : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
MUESTRA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROGENENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECÍM. (mm)	ALTURA DEL ESPECÍM. (mm)	PESO DEL ESPECÍM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECÍMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
57	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	153.20	308.60	13.461	2.37	581.27	321.77	324.0	280.00	115	116
58	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.15	302.85	12.988	2.39	573.59	326.19	324.0	280.00	116	116
59	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.75	300.70	13.100	2.38	886.94	493.88	497.2	280.00	176	178
60	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.80	303.70	12.713	2.34	876.14	500.56	497.2	280.00	179	178
61	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.75	312.20	13.350	2.36	1,027.17	579.52	583.6	280.00	207	212
62	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.70	306.60	12.912	2.36	1,048.10	599.60	583.6	280.00	214	212
63	A-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.30	305.80	13.214	2.40	1,059.90	601.55	583.6	280.00	215	212

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRESA DOBLE RANCHO PARA CONCRETO: MARCA PINZAR, MODELO PC-4D, SERIE: 1T3, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5332 ISO 17025/ BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE202H SER. 83062903M CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



A. H. Covatonga Mz P2, Lt 8 Ayacucho, Tel. 066 318525 RPM #969402095, RPC 985900609, Correo: Ingeotecpr@bolmail.com, Web: www.ingetecon.com



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339-034 / MTC E 704)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPE-78.00  
Página 10 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICES EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE QUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN $f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO $f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO $F_d$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
64	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	152.65	302.45	13,388	2.42	600.35	334.73	326.7	280.00	120	117
65	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.90	305.60	13,182	2.41	558.50	318.66		280.00	114	
66	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.60	305.50	13,260	2.40	907.33	512.92	528.2	280.00	183	189
67	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.50	302.35	13,082	2.43	947.31	543.38		280.00	194	
68	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.30	301.25	12,969	2.36	1,066.08	597.14		280.00	213	
69	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.00	301.50	12,775	2.40	1,061.37	612.87	609.9	280.00	219	218
70	A-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	153.25	305.15	13,469	2.39	1,120.16	619.67		280.00	221	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZAR, MODELO PC-42D, SERIE: T3, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025/ BALANZA MARCA OHAUS MOD. RP1PES21 SER. 838292034 CALIBRACION: M-8536 ISO 17025



A. H. Covaronga Mz P2 L18 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #99402095, RPC 989000609, Correo: ingeotecup@bolmail.com, Web: www.ingetecon.com

Anexo E:  
Ensayos de Resistencia a Tracción



## ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPE-78.00  
Página 1 de 10

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (lb)	PESO UNITARIO APARENTE (lb/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
1	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	15/10/2021	7	151.15	304.01	12.548	2.30	147.51	20.84	21.2	2,044	2,076
2	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	15/10/2021	7	150.35	303.15	12.342	2.29	150.95	21.50	23.7	2,108	2,324
3	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	22/10/2021	14	151.70	302.00	12.570	2.30	170.22	24.12		2,365	
4	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	22/10/2021	14	151.15	299.25	12.400	2.31	162.20	23.28		2,283	
5	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	148.85	300.65	11.915	2.28	195.43	28.35		2,780	
6	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	150.05	298.35	12.147	2.29	233.73	33.78	31.1	3,313	3,051
7	T-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	151.55	300.60	12.416	2.29	218.88	31.19		3,059	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-6232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. PZ1PE302H1 SER. 6336290384 CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #969402095, RFC 089800609, Correo: ingeotecon@hotmail.com, Web: www.ingtecon.com



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPF-78.00  
Página 2 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tr/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
8	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.81	304.62	12.849	2.33	196.53	27.59	28.7	2,706	2,814
9	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	153.60	306.83	13.291	2.34	216.41	29.81		2,923	
10	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.50	304.35	12.694	2.34	211.46	29.97	30.9	2,939	3,032
11	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	149.95	300.80	12.479	2.35	221.43	31.87		3,125	
12	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.50	300.10	12.490	2.34	221.94	31.90		3,128	
13	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.50	305.05	12.691	2.31	243.33	34.18	34.5	3,352	3,367
14	T-2 CON 5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.40	302.30	12.953	2.35	266.34	37.53		3,680	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. P21FE302H1 SER. 8335260364 CALIBRACION M-4536 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 L1 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #99402095, RFC 98900605, Correo: ingeotecvpq@hotmail.com, Web: www.ingetecon.com



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento:  
FOR-OPE-76.00  
Página 3 de 10

PROYECTO : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0769-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (lb/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
15	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.51	306.83	12.989	2.38	246.20	34.61	32.9	3,394	3,227
16	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.10	306.95	12.947	2.35	222.98	31.21	35.0	3,061	3,436
17	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	149.75	301.40	12.590	2.37	257.25	37.00	35.0	3,628	3,436
18	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.10	300.30	12.781	2.37	231.15	33.07	35.0	3,243	3,436
19	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.30	302.35	12.599	2.35	217.84	31.12	36.0	3,052	3,533
20	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.85	305.75	13.034	2.35	286.93	40.12	36.0	3,934	3,533
21	T-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.40	302.25	12.675	2.36	258.04	36.85	36.0	3,614	3,533

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCO PARA CONCRETO. MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D. SERIE: 173. CALIBRACION: CERTIFICADO F-6232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE302H SER. 6336290394 CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



ING. YANET CUCHILLA MENDOZA  
JEFE DE LABORATORIO

A.H. Covadonga Mz. P2 Lt. 6 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #999402095, RPC 989900609, Correo: ingeotecvpa@hotmail.com, Web: www.ingetecon.com



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento:  
FOR-OPE-78.00  
Página 4 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTIMETRO DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL APARENTE (gr)	PESO UNITARIO (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
22	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.01	307.30	12,956	2.39	228.43	32.17	34.2	3,155	3,351
23	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.03	306.36	13,245	2.41	257.79	36.17	36.0	3,547	3,533
24	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.26	304.48	13,089	2.36	249.37	34.92	36.0	3,424	3,533
25	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.01	314.10	13,340	2.37	271.37	37.14	36.0	3,642	3,533
26	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.70	300.00	12,904	2.38	282.80	40.34	42.3	3,956	4,144
27	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.50	298.35	12,491	2.35	275.91	39.89	42.3	3,912	4,144
28	T-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	150.25	299.50	12,818	2.41	322.54	46.53	42.3	4,563	4,144

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZUMAR, MODELO PC-42D, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-6332 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE302H SER. 8336290394 CALIBRACION: M-6538 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz. P2 L1.8 Ayacucho, Tel. 068 318525 RPM #999402095, RPC 989900609, Correo: ingeotecpa@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com





**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPE-78.00  
Página 5 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0788-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)
29	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.60	300.95	12.456	2.32	206.87	29.63	30.2	2.906	2.959
30	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.20	300.05	12.372	2.30	214.62	30.71	31.8	3.012	3.121
31	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.75	300.15	12.425	2.32	209.17	30.01	31.8	2.943	3.121
32	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.25	302.20	12.424	2.29	236.93	33.65	35.9	3.300	3.519
33	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	149.40	302.05	12.480	2.36	226.82	32.63	35.9	3.200	3.519
34	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	153.21	302.73	12.909	2.31	284.57	39.83	35.9	3.906	3.519
35	T-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.56	308.46	13.029	2.31	255.08	35.19	35.9	3.451	3.519

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO. MARCA PINZUAR, MODELO PC-42D. SERIE: 173. CALIBRACION: CERTIFICADO F-3232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE302H SER. 8336290394 CALIBRACION: M-6536 ISO 17025



ING. JAVIER CUCULLI MENDOZA  
JEFE DE LABORATORIO

A. H. Covadonga Mz P2 L1.8 Ayacucho, Tel: 068 318525 RPM #999402095, RPC 989600609, Correo: ingeotecypq@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPE-76.00  
Página 6 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)
36	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.56	302.75	12,685	2.35	211.90	30.18	33.3	2,960	3,262
37	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	150.60	301.85	12,469	2.32	254.47	36.34		3,564	
38	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.90	288.45	12,757	2.33	251.51	35.76	36.8	3,509	3,613
39	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	151.20	300.10	12,636	2.35	264.91	37.90		3,717	
40	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	149.30	302.20	12,544	2.37	250.20	36.00		3,530	
41	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.30	302.30	12,545	2.31	257.66	36.57	37.3	3,586	3,654
42	T-6 CON 7.5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.90	301.95	12,822	2.34	277.03	39.21		3,845	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCO PARA CONCRETO: MARCA FINZIAR, MODELO FC-42D, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-4232 ISO 17025 / BALANZA MARCA CHAUS MOD. R21PE302H SER. 6302920384 CALIBRACION: M-6506 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 L1 B Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #999402095, Correo: ingteconpqr@hotmail.com, Web: www.ingtecon.com

**INGEOTECON**  
S.A. DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Código documento  
FOR-OPE-76.00  
Página 7 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO DEL UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (kN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kPa)
43	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.70	301.90	12.914	2.37	218.56	30.96	34.8	3.038	3.414
44	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	152.70	307.50	13.235	2.35	279.49	38.64		3.789	
45	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.75	304.50	13.389	2.40	252.78	35.28	37.5	3.460	3.680
46	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	150.50	301.00	12.776	2.39	277.59	39.78		3.901	
47	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.25	300.10	12.890	2.39	307.44	43.97		4.312	
48	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.75	301.40	12.944	2.37	288.23	40.91	43.9	4.012	4.300
49	T-7 CON 7,5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.10	299.95	12.433	2.28	327.99	46.67		4.577	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRESA DOBLE RANCHO PARA CONCRETO- MARCA PINZUAR, MODELO PC-425, SERIE- 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025 /BALANZA MARCA CHAUAS MOD. R21PE302H-SER. 8336290394 CALIBRACION: M-6838 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz. Pz. Lt. 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #99402095, RPC 989900609, Correo: ingeotec@pc@hotmail.com, Web: www.ingeotec.com



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base:  
FOR-SIG-01.00  
Codigo documento:  
FOR-OPE-78.00  
Pagina 8 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)
50	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	151.50	303.95	12,686	2.32	220.68	31.11	31.6	3,051	3,103
51	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	152.45	306.15	12,969	2.32	231.36	32.18	34.2	3,156	3,350
52	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.75	305.15	12,909	2.31	235.65	32.82	37.2	3,219	3,647
53	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	153.10	305.50	12,966	2.31	255.84	35.51	40.88	3,482	3,647
54	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.45	302.25	12,750	2.34	238.41	33.81	37.2	3,316	3,647
55	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.45	308.35	13,080	2.32	286.98	36.87	40.88	3,616	4,009
56	T-8 CON 10% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.41	306.32	12,936	2.35	292.06	40.88			

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO. MARCA PINZLAR, MODELO PC-40D, SERIE: T7A, CALIBRACION: CERTIFICADO F-4232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R21PE302H SER. 8636260384 CALIBRACION: M-R538 ISO 17025



ING. VAMET CUCHILLA MENDOZA  
CIP N° 212586  
JEFE DE LABORATORIO

A. H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel. 066 318525 RPM #969402095, RFC 989600609, Correo: ingtecon@ingtecon.com, Web: www.ingtecon.com

	<b>ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)</b>		Formato base: FOR-SIG-01.00 Código documento: FOR-OPE-78.00 Pagina 8 de 10
	<b>PROYECTO</b> : "EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021"		

**CÓDIGO** : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0783-OT  
**SOLICITA** : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
**MUESTRA** : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2021

**REGION** : AYACUCHO  
**PROVINCIA** : HUAMANGA  
**DISTRITO** : AYACUCHO  
**LUGAR** : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)
57	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	153.55	305.75	13,299	2.35	229.47	31.73	35.5	3,112	3,477
58	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	152.75	306.15	13,124	2.34	282.24	39.18		3,842	
59	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.85	307.25	13,111	2.33	298.20	41.22	38.8	4,042	3,804
60	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	153.45	303.45	13,190	2.35	260.81	36.36		3,566	
61	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	151.80	307.35	13,360	2.40	280.15	38.98		3,823	
62	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.65	307.30	13,469	2.39	289.84	40.11	40.6	3,933	3,979
63	T-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	154.60	306.60	13,681	2.38	311.34	42.84		4,182	

**NOTA** : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.  
 PRENSA DOBLE RANCHO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-425, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232/ISO 17025 /BALANZA MARCA OHAUS MCO, R21PE3024 SER. 833290384 CALIBRACION: M-6536/ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel. 066 318525 RPM #969402005, RPC 969900609, Correo: ingeotecpp@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)**

Formato base FOR-SIG-01.00  
Código documento FOR-OPE-78.00  
Página 10 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-0-051/INGEOTECON-0785-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (MPa)
64	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	149.20	300.64	12.486	2.38	231.40	33.49	36.6	3.284	3.590
65	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	149.08	302.10	12.778	2.42	275.55	39.72	37.6	3.895	3.895
66	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	148.30	301.15	12.376	2.36	238.86	34.72	37.6	3.405	3.686
67	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	152.40	304.40	13.450	2.42	288.13	40.46	45.0	3.968	4.412
68	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.55	307.65	13.427	2.39	298.00	41.22	45.0	4.042	4.431
69	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	153.25	308.05	13.600	2.39	328.55	45.18	45.0	4.431	4.412
70	T-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	152.90	301.75	13.478	2.43	345.19	48.57	45.0	4.763	4.412

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCHO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-426, SERIE: 173, CALIBRACION: CERTIFICADO F-5232 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MCO, R21PE3024 SER. 8332626034 CALIBRACION: M-5536 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 066 31525 RPM #69402095, RPC 989900609, Correo: ingeotecpp@hotmmail.com, Web: www.ingeotecon.com

Anexo F:

Ensayos de resistencia a flexión

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		Codigo: F-LAB-105
			Version: 1
			Fecha: 23/04/2021
			Página: Pagina 1 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (kg/cm2)
1	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	15/10/2021	7	530.00	155.00	155.00	29,096	2.29	26.88	3.46	35.27
2	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	15/10/2021	7	533.00	153.00	153.00	28,634	2.31	26.24	3.58	36.50
3	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	152.00	152.00	28,664	2.32	27.41	3.71	37.80
4	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	155.00	155.00	28,765	2.33	28.52	3.94	40.13
5	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	155.00	155.00	28,208	2.28	26.38	3.64	37.11
6	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	156.00	156.00	28,446	2.29	28.74	3.94	40.18
7	F-1 SIN ADITIVOS	8/10/2021	5/11/2021	28	531.00	156.00	156.00	29,496	2.30	33.68	4.32	44.01

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZAR, MODELO PC-42D, SERIE: 284, CALIBRACION: CERTIFICADO F-20205-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31P30 SER. 8337401943 CALIBRACION: M-20226-004 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz. PZ Ll. 8 Ayacucho, Tel: 066 318235 RPM #929402095, RPC: 989900609, Correo: ingeotecvpc@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com



	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		Codigo: F-LAB-105
			Version: 1
			Fecha: 23/04/2021
			Pagina: Pagina 2 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSIlice EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0763-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (Tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (kg/cm <sup>2</sup> )
8	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	532.00	156.00	156.00	29,914	2.33	30.56	3.92	40.01
9	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	531.00	155.00	155.00	30,298	2.37	32.08	4.14	42.18
10	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	533.00	152.00	152.00	28,711	2.35	27.56	3.83	39.10
11	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	534.00	153.00	153.00	29,452	2.34	34.13	4.54	46.34
12	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	535.00	156.00	156.00	29,996	2.33	42.19	5.52	56.30
13	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	154.00	154.00	29,455	2.33	38.73	5.02	51.15
14	F-2 CON 5% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	154.00	154.00	29,299	2.35	36.13	4.80	48.98

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCHO PARA CONCRETO. MARCA PINZUAR. MODELO PC-425. SERIE: 284. CALIBRACION: CERTIFICADO F-20226-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31F30 SER. 8337420343 CALIBRACION: M-20226-004 ISO 17025



A.H. Conadonga Mz. P2 L1 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM 999402095, RPC 989906069, Correo: ingeotecvpt@hotmail.com, Web: www.ingeotecn.com

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		Código:	F-LAB-105
			Version:	1
			Fecha:	23/04/2021
			Página:	Página 3 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT REGION : AYACUCHO

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA PROVINCIA : HUAMANGA

MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS DISTRITO : AYACUCHO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (kN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )
15	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	532.00	152.00	152.00	29.704	2.37	33.82	4.46	45.45
16	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	531.00	154.00	154.00	29.658	2.39	35.73	4.82	49.17
17	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	530.00	154.00	154.00	30.026	2.37	36.43	4.72	48.12
18	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	530.00	156.00	156.00	30.265	2.36	38.05	4.87	49.61
19	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	153.00	153.00	29.431	2.36	42.89	5.76	58.90
20	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	534.00	152.00	152.00	29.058	2.37	42.40	5.91	60.28
21	F-3 CON 5% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	153.00	153.00	29.136	2.37	37.79	5.21	53.16

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZUAR, MODELO PC-3D, SERIE 284, CALIBRACION: CERTIFICADO F-2022R-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31P30 SER. 833742043 CALIBRACION: M.-2022R-004 ISO 17025



**INGEOTECON**  
INGENIERIA EN PAVIMENTOS



**ING. VIANEY EUCILIA MENDOZA**  
C.R. N° 40.2366  
JEFE DE LABORATORIO

A.H. Covedingra Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #695402095, RFC #695006099, Correo: ingeotecpp@bolmail.com, Web: www.ingeoteccon.com

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		Código: F-LAB-105
			Version: 1
			Fecha: 23/04/2021
			Página: 5 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (lb/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )
22	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	530.00	155.00	155.00	30,459	2.38	39.12	4.97	50.88
23	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	530.00	155.00	155.00	30,277	2.38	41.24	5.31	54.12
24	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	531.00	154.00	154.00	29,892	2.36	41.65	5.41	55.12
25	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	530.00	155.00	155.00	30,437	2.39	42.77	5.50	56.12
26	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	533.00	153.00	153.00	29,576	2.39	43.24	5.90	60.15
27	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	152.00	152.00	29,906	2.42	47.26	6.39	65.17
28	F-4 CON 5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	155.00	155.00	29,707	2.40	49.60	6.84	69.79

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANGO PARA CONCRETO MARCA PINZUAR, MODELO PC-4D, SERIE: 384, CALIBRACION: CERTIFICADO F-20228-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31P30 SER. 8337420343 CALIBRACION: M-20226-004 ISO 17025



A.H. Covedingra Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 065 316525 RPM #999402095, RPC 869900608, Correo: ingeotecpa@hotmail.com, Web: www.ingotecon.com



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)**

Código: F-LAB-105  
Version: 1  
Fecha: 23/04/2021  
Página: Pagina 5 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (kg/cm2)
29	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	532.00	155.00	155.00	28.651	2.32	29.32	4.05	41.26
30	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	532.00	156.00	156.00	29.089	2.34	30.76	4.22	43.00
31	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	531.00	156.00	156.00	29.437	2.29	34.30	4.39	44.81
32	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	156.00	156.00	29.854	2.32	35.99	4.62	47.12
33	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	531.00	155.00	155.00	29.437	2.31	44.29	5.71	58.24
34	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	533.00	152.00	152.00	28.253	2.31	33.78	4.70	47.93
35	F-5 CON 7.5% MICROSILICE Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	534.00	153.00	153.00	29.093	2.31	39.49	5.26	53.63

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

FRENDA DOBLE RANGO PARA CONCRETO. MARCA PHUZAR, MODELO PC-4D, SERIE. 284, CALIBRACION: CERTIFICADO F-20726-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA CHAUS MOD. R31P30 SER. 8337420349 CALIBRACION: M - 2022P-004 ISO 17025



**INGEOTECON**

INGENIERIA CIVIL



**ING. YANETZUCULLI MENDOZA**

INGENIERO CIVIL

JEFE DE LABORATORIO

A.H. Covadonga Mz P2 L1 8 Ayacucho, Tel. 066 318525 RPM #695402086, RPC 689500609, Correo: ingeotecopa@hotmail.com, Web: www.ingeotecon.com

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		Código: F-LAB-105
			Version: 1
			Fecha: 23/04/2021
			Página: Página 6 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSIlice EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm2)
36	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	535.00	156.00	156.00	30.536	2.38	34.52	4.52	46.07
37	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	530.00	154.00	154.00	29.996	2.37	39.46	5.11	52.12
38	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	530.00	154.00	154.00	29.440	2.36	36.89	4.90	50.01
39	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	152.00	152.00	29.645	2.37	40.32	5.31	54.18
40	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	531.00	154.00	154.00	29.099	2.34	41.87	5.65	57.63
41	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	154.00	154.00	29.966	2.37	45.41	5.88	59.97
42	F-6 CON 7.5% MICROSIlice Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	156.00	156.00	30.204	2.36	46.79	5.98	61.00

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRESA DUBLE RANCO PARA CONCRETO MARCA PINZUAR, MODELO PC-20, SERIE 294, CALIBRACION: CERTIFICADO F-20226-007 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31P30 SER. R337420343 CALIBRACION: M - 20226-004 ISO 17025



A.H. Covadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel. 066 318525 RPM #99402095, RPC 98900609, Correo: ingeotecpr@bolmail.com, Web: www.ingoteccon.com



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)**

Código: F-LAB-105  
Version: 1  
Fecha: 23/04/2021  
Pagina: Pagina 7 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*


CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO


N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (kg/cm2)
43	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	532.00	153.00	153.00	30,072	2.41	36.32	4.88	49.76
44	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	534.00	152.00	152.00	29,500	2.41	39.25	5.47	55.80
45	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	153.00	153.00	29,078	2.37	40.87	5.64	57.49
46	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	530.00	155.00	155.00	30,696	2.40	45.83	5.82	59.37
47	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	155.00	155.00	30,216	2.37	51.17	6.56	67.14
48	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	531.00	154.00	154.00	30,132	2.38	48.45	6.29	64.12
49	F-7 CON 7.5% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	155.00	155.00	30,454	2.39	53.53	6.89	70.24

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCO PARA CONCRETO MARCA PANZIAR, MODELO PC-400, SERIE: 2M, CALIBRACION CERTIFICADO F-20226-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31P30 SER. 8337420343 CALIBRACION: M - 20226-001 ISO 17025



**INGEOTECON**



ING. YANET CUCHILLA MENDOZA  
CIP Nº 249596  
JEFE DE LABORATORIO

A.H. Covadonga Ma-P2 L1.8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPM #994420965, RPC 989900609, Correo: ingeotecon@bolmail.com, Web: www.ingeotecon.com

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		
	Código:	F-LAB-105	
	Version:	1	
	Fecha:	23/04/2021	
	Página:	Página 8 de 10	

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSIlice EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	MODULO DE ROTURA R (fupa)	MODULO DE ROTURA R (fig/cm2)
50	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	533.00	153.00	153.00	28.691	2.31	33.22	4.53	46.21
51	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	532.00	152.00	152.00	28.721	2.32	30.96	4.19	42.70
52	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	155.00	155.00	28.823	2.33	36.25	5.00	51.00
53	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	155.00	155.00	28.964	2.34	33.01	4.56	46.45
54	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	156.00	156.00	29.003	2.33	40.64	5.57	56.82
55	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	531.00	156.00	156.00	29.555	2.30	38.34	4.91	50.09
56	F-8 CON 10% MICROSIlice Y 6% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	156.00	156.00	29.974	2.33	45.97	5.90	60.18

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRESA DOBLE RANGO PARA CONCRETO: MARCA PINZAR, MODELO PC-200, SERIE: 284, CALIBRACION: CERTIFICADO F-30226-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS MOD. R31P30, SER. 833742843 CALIBRACION M. 20224-004 ISO 17025



A.H. Covadonga M. P2 L1.8 Ayacucho, Tel: 068 318525 RPM #999402095, RFC: 999900609, Correo: ingeotecon@gmail.com, Web: www.ingeotecon.com

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>	
	Código:	F-LAB-105
	Version:	1
	Fecha:	23/04/2021
		Página: 9 de 10

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT  
 SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (kN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (kg/cm2)
57	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	531.00	155.00	155.00	30,359	2.38	38.86	5.01	51.10
58	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	533.00	152.00	152.00	28,768	2.35	35.07	4.88	49.76
59	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	534.00	153.00	153.00	29,511	2.35	41.09	5.47	55.80
60	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	535.00	156.00	156.00	30,056	2.34	38.44	5.03	51.30
61	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	154.00	154.00	29,914	2.36	48.01	6.22	63.41
62	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	154.00	154.00	29,358	2.35	43.31	5.76	58.70
63	F-9 CON 10% MICROSILICE Y 9% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	152.00	152.00	29,763	2.37	43.64	5.75	58.64

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRESA DOBLE RANCO PARA CONCRETO MARCA INZAR, MODELO PC-20, SERIE: 294, CALIBRACION: CERTIFICADO F-20226-001 RO ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS, MOD. R31P30, SER. B37420343 CALIBRACION M. 20226-004 ISO 17025



INGEOTECON  
 ING. JAVIER CUCULLA MENDOZA  
 CIP N° 2075986  
 JEFE DE LABORATORIO

A.H. Covadonga Me Pz U.8 Ayacucho, Tel: 066 318525 RPN: #959402095, RPC: 989900609, Correo: ingeotecon@gmail.com, Web: www.ingeotecon.com



	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>		
	Código:	F-LAB-105	
	Version:	1	
	Fecha:	23/04/2021	
	Página:	Página 10 de 10	

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS Y MICROSILICE EN EL CONCRETO, PARA EL USO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR, AYACUCHO, 2021\*

CÓDIGO : INFORME N° 001-2021/ING-CON-21-O-051/INGEOTECON-0783-OT

SOLICITA : DIEGO AGUILAR GOMEZ Y JORDI JUNIOR DIPAZ GAMBOA

MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2021

REGION : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (N/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )
64	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	531.00	154.00	154.00	29,717	2.39	38.53	5.20	53.02
65	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	15/10/2021	7	530.00	154.00	154.00	30,086	2.38	42.53	5.51	56.17
66	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	530.00	156.00	156.00	30,926	2.41	48.40	6.19	63.11
67	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	22/10/2021	14	532.00	153.00	153.00	29,890	2.40	43.58	5.85	59.70
68	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	534.00	152.00	152.00	29,116	2.38	51.71	7.21	73.51
69	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	532.00	153.00	153.00	29,194	2.38	44.97	6.20	63.25
70	F-10 CON 10% MICROSILICE Y 12% FIBRAS DE ACERO RECICLADO	8/10/2021	5/11/2021	28	530.00	155.00	155.00	30,820	2.40	53.03	6.74	68.70

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

PRENSA DOBLE RANCO PARA CONCRETO, MARCA PINZUAR, MODELO PC-40, SERIE 284 - CALIBRACION: CERTIFICADO F-20226-001 RD ISO 17025 / BALANZA MARCA CHAUS MOD. R31P30 SER. 803742043 CALIBRACION M - 2022-004 ISO 17025


  
**ING. JAVIER CUELLAR MENDOZA**  
 INGENIERO DE PROFESION  
 JEFE DE LABORATORIO

A. H. Covedonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho, Tel: 066 316525 RPM #99402035, RPC 88900609, Correo: ingeotecpc@btmail.com, Web: www.ingeoteccon.com

Anexo G:

Ficha Técnica Cemento Andino Tipo I



## Ficha Técnica

# CEMENTO ANDINO PREMIUM

### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



## Recomendaciones

### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

### Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional

## Anexo H:

### Ficha Técnica Aditivo Chema Fume



Calidad que Construye

Hoja Técnica

# CHEMA FUME

Aditivo mineral, microsílíce sin densificar.

VERSION: 01  
FECHA: 18/10/2017

**DESCRIPCIÓN** CHEMA FUME es un aditivo mineral en polvo compuesto por sílice en estado cristalino (microsílíce) que reacciona químicamente con el hidróxido de calcio del cemento para formar silicatos hidratados. De modo que se obtienen morteros y concretos de elevadas resistencias mecánicas, baja permeabilidad y mayor durabilidad. No contiene cloruros. Cumple con la especificación ASTM C1240 (Especificación Normalizada para Humo de Sílice Utilizado en Mezclas Cementicias).

- VENTAJAS**
- Aumenta la resistencia a la compresión resistencia a la flexión.
  - Disminuye el porcentaje de vacíos aumentando la impermeabilidad.
  - Forma compuestos hidratados, disminuyendo la exudación y aumentando la cohesión.
  - Mejora la adherencia al acero.
  - Mejor resistencia a agentes químicos externos (cloruros, carbonatos, sulfatos).
  - Mejora el desempeño de la mezcla cementicia.
  - Mayor vida útil de la estructura.

- USOS**
- Elaboración de concretos y morteros de alta resistencia.
  - Elaboración de concretos y morteros para minería (shotcrete).
  - Elaboración de concretos de baja permeabilidad y alta durabilidad.
  - Estructuras marinas, puertos, túneles, puentes, represas.

**DATOS TÉCNICOS**

PROPIEDADES		
Estado	Polvo	
Color	Gris a gris mediano	
Gravedad específica	2.25	
Solubilidad en agua	Insoluble	
Densidad aparente - densificada	690 – 770kg/m <sup>3</sup>	
Densidad aparente – sin densificar “como se produce”	225 - 320	
VOC	0g/L	
ESPECIFICACIONES		
Requerimientos químicos	ASTM	Típico
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	85.0% mínimo	93.47%
Contenido de humedad	3.0% máximo	0.25%
Pérdida por ignición (LOI)	6.0% máximo	3.55%
Requerimientos físicos	ASTM	Típico
Porcentaje sobredimensionado retenido en $\mu$ m (malla 325)	10.0% máximo	1.73%
Índice de actividad de fuerza puzolánica acelerada con cemento portland (7 días)	105.0% mínimo	142%
Superficie específica	15m <sup>2</sup> /g mínimo	22.24m <sup>2</sup> /g



Calidad que Construye

Hoja Técnica

## CHEMA FUME

Aditivo mineral, microsilíce sin densificar.

VERSION: 01  
FECHA: 18/10/2017

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO** Adicionar CHEMA FUME de la misma forma que es dosificado el cemento o la arena, en la planta de premezclado o en el mixer. Es compatible con los aditivos CHEMAMENT y MEGAPLAST los cuales deberán ser añadidos en el agua de mezcla.

**RENDIMIENTO** La dosis de CHEMA FUME es entre 5 a 15% del peso de cemento. Debido a la formación del gel de silicato de calcio hidratado, se presentará un consumo adicional de agua, por lo que se debe considerar el uso de algún plastificante en la mezcla.

**PRESENTACIÓN** - Envase de 22.7 kg.

**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO** 12 meses almacenado en su envase original, en un lugar fresco, ventilado, sellado, bajo techo y protegido del calor intenso y de la humedad.

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933).

Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

ATENCIÓN AL CLIENTE:  
(511) 336-8407

Página 2 de 2

Anexo I:  
Panel Fotográfico





Foto 1. Recolección de neumáticos en desuso



Foto 2. Traslado de neumáticos



Foto 4. Almacenamiento de neumáticos en desuso



Foto 3. Cortado de neumáticos



Foto 5. Extracción de fibras de acero



Foto 6. Extracción de fibras de acero



Foto 8. Preparación de la mezcla de concreto reforzado con FAR+MS



Foto 7. Dosificación de agua para concreto



Foto 10. Prueba de asentamiento o slump



Foto 9. Vaciado de la mezcla en Boggie



Foto 12. Llenado de vigas prismáticas



Foto 11. Día 2 de llenado de probetas cilíndricas y vigas prismáticas



*Foto 13. Chuseado de viga prismática*



*Foto 14. Almacenamiento de muestras para el secado y posterior curado*



*Foto 15. Probetas cilíndricas y vigas prismáticas 28 días de curado*



*Foto 16. Probetas cilíndricas y vigas prismáticas 28 días de curado*



Foto 18. Ensayo a compresión de MD1 a los 7 días de edad



Foto 17. Ensayo a compresión de MD1 a los 7 días

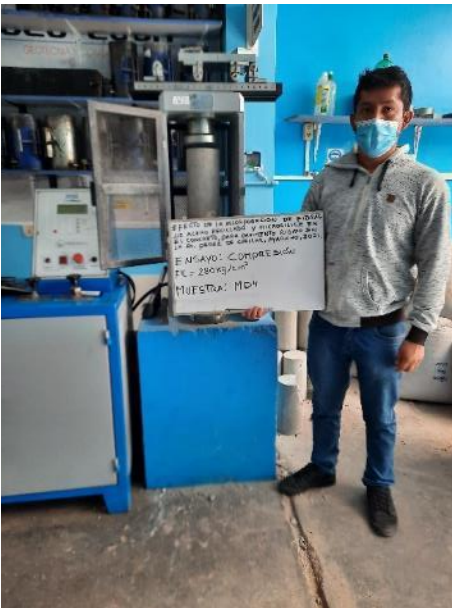


Foto 20. Ensayo a compresión de MD4 a los 28 días



Foto 19. Ensayo a compresión de MD1 a los 28 días



Foto 21. Ensayo a compresión de MD9 a los 28 días



Foto 22. Ensayo a compresión de MD6 a los 28 días



Foto 23. Ensayo a compresión de MD7 a los 28 días



Foto 24. Ensayo a compresión de MD8 a los 28 días



Foto 26. Ensayo a compresión de MD8 a los 14 días



Foto 25. Ensayo a compresión de MD1 a los 28 días



Foto 27. Ensayo a compresión de MD10 a los 28 días



Foto 28. Ensayo a compresión de MD3 a los 28 días



Foto 29. Ensayo a Tracción de MD5 a los 7 días



Foto 30. Ensayo a Tracción de MD7 a los 28 días



Foto 31. Ensayo a Tracción de MD8 a los 28 días



Foto 32. Ensayo a Tracción de MD8 a los 7 días



Foto 34. Ensayo a Tracción de MD4 a los 28 días

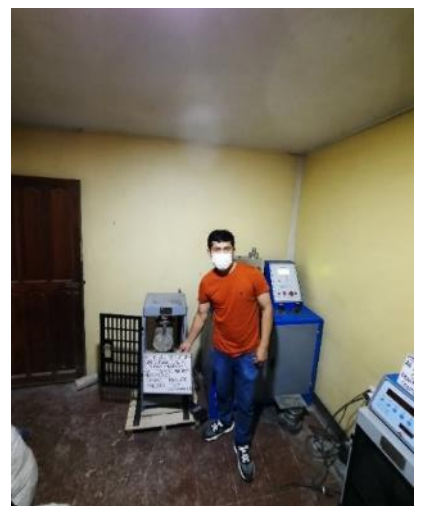


Foto 33. Ensayo a Tracción de MD4 a los 14 días



Foto 35. Ensayo a Tracción de MDE a los 7 días



Foto 36. Fallas de probetas en los ensayos por Tracción, muestra MD8 a los 28 días



Foto 37. Ensayo a Tracción de MD8 a los 14 días



Foto 38. Falla de probetas ensayadas a Tracción, muestra MD1 a los 28 días





Foto 40. Falla de la muestra MD10 a los 28 días de edad



Foto 39. Falla de la muestra MD5 a los 14 días de edad



Foto 42. Falla de la muestra MD8 a los 28 días de edad



Foto 41. Falla de la muestra MD7 a los 28 días de edad



Foto 43. Preparación de la viga prismática MD5, para el ensayo a flexión



Foto 44. Colocación de la viga prismática para el ensayo



Foto 48. Ensayo a flexión de la viga MD3 a los 28 días de edad



Foto 47. Ensayo a flexión de la vida MD4 a los 28 días de edad



Foto 46. Ensayo a flexión de la vida MD4 a los 14 días de edad



Foto 45. Ensayo a flexión de la vida MD2 a los 28 días de edad

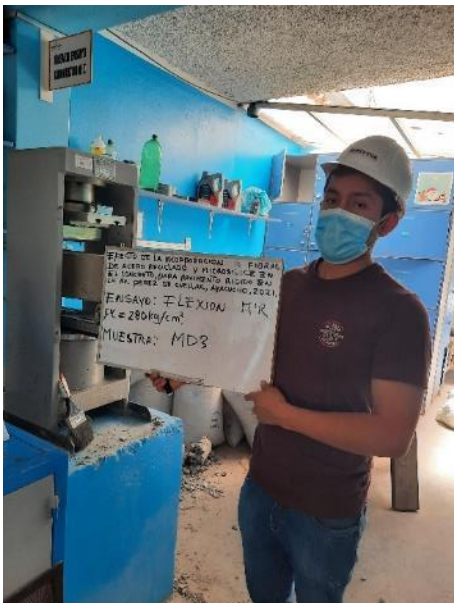


Foto 50. Ensayo a flexión de la vida MD3 a los 14 días de edad

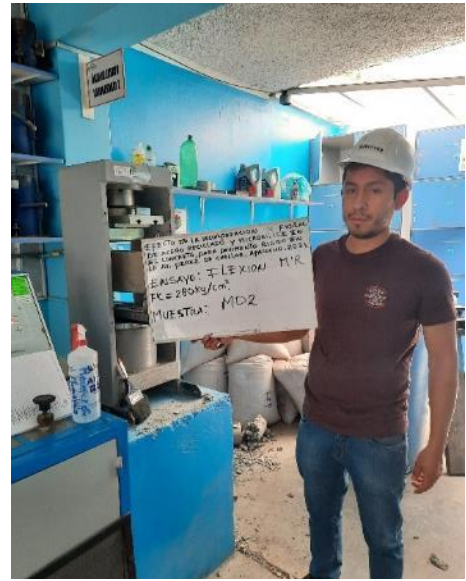


Foto 49. Ensayo a flexión de la vida MD2 a los 28 días de edad

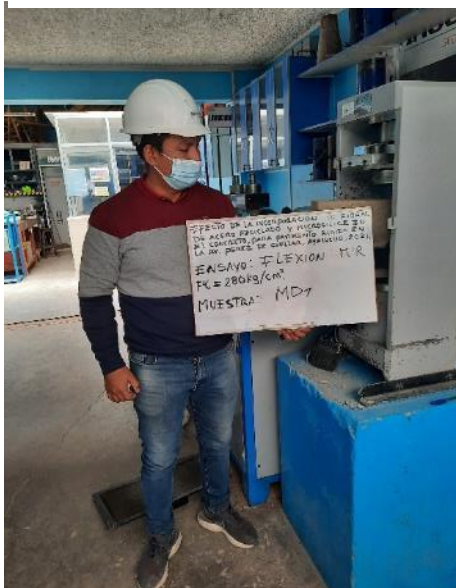


Foto 51. Ensayo a flexión de la vida MD1 a los 28 días de edad



Foto 52. Ensayo a flexión de la vida MD3 a los 7 días de edad



Foto 53. Ensayo a flexión de la vida MD6 a los 28 días de edad



Foto 54. Ensayo a flexión de la vida MD10 a los 28 días de edad



Foto 60. Fallas en ensayos a flexión de la muestra MD4 a los 7 días



Foto 59. Fallas en ensayos a flexión de la muestra MD7 a los 28 días



Foto 57. Fallas en ensayos a flexión de la muestra MD1 a los 28 días



Foto 58. Fallas en ensayos a flexión de la muestra MD10 a los 28 días



Foto 56. Fallas en ensayos a flexión de la muestra MD6 a los 28 días



Foto 55. Fallas en ensayos a flexión de la muestra MDE a los 14 días



*Foto 62. Residuos de probetas cilíndricas ensayadas a Compresión y Tracción a distintas edades*



*Foto 61. Residuos de probetas cilíndricas ensayadas a Compresión y Tracción a distintas edades*